

MENSURAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA: APLICAÇÃO NO EIXO VIÁRIO SUL DA AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO EM PALMAS/TO

Bruno Carrilho de Castro ¹; Clerson Delvani Reis ²; Flavio Roldão de Carvalho Lelis ³; Guilherme Alves Morais ⁴; Pedro da Silva Aguiar Neto ⁵; Willian Gomes Batista ⁶

¹ Universidade Federal do Tocantins, Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, Plano Diretor Norte, Palmas (TO).
brunocarrilho@mail.uft.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, AE 310 Sul, Av. LO 05, Esq. Com Av. NS 10, Plano Diretor Sul, Palmas (TO). clersonreis@gmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, AE 310 Sul, Av. LO 05, Esq. Com Av. NS 10, Plano Diretor Sul, Palmas (TO). Tutor do PET Civil - IFTO. flavioroldao@ifto.edu.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, AE 310 Sul, Av. LO 05, Esq. Com Av. NS 10, Plano Diretor Sul, Palmas (TO). Bolsista do PET Civil - IFTO. guilherme.alves_97@hotmail.com

⁵ Universidade Federal do Tocantins, Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, Plano Diretor Norte, Palmas (TO).
civilpedrosa@gmail.com

⁶ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, AE 310 Sul, Av. LO 05, Esq. Com Av. NS 10, Plano Diretor Sul, Palmas (TO). Bolsista do PET Civil - IFTO. willian281187@gmail.com

Palavras-Chave: Permeâmetro de Gelf; drenagem urbana compensatória; infiltração

INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado e desordenado dos centros urbanos, deficiências existentes no planejamento urbano são acentuados. Uma das mais visíveis é a drenagem urbana, pois no adensamento da ocupação humana, o processo de impermeabilização tem levado a uma redução da cobertura vegetal. Segundo Silva (2012), o efeito sobre o sistema de drenagem urbana é no aumento da vazão e dos volumes escoados, a frequência das inundações e a produção de sedimentos além do a diminuição do tempo de escoamento da água.

Silva (2012) fala que durante muito tempo as estruturas de drenagem urbana eram concebidas levando em consideração os pensamentos higienistas do século XIX. Esses sistemas eram planejados para a rápida evacuação das águas pluviais, pois assim seria evitado a propagação de doenças pela água. Ainda que fosse uma solução prática, partir da década de 50, esse sistema passou a falhar por causa intensificação do processo de urbanização. As cada vez maiores áreas impermeabilizadas aumentam o escoamento superficial e precisam da implantação de novas e robustas (leia-se onerosas) obras de drenagem. Com essas imensas vazões concentradas à jusante, os pontos de despejo não são preparados e conseqüentemente erodem.

UMA OPÇÃO “SEMELHANTE” AO NATURAL

Com o aprofundar dos estudos em sistemas hidrológicos, a partir dos anos 70 a drenagem urbana passou a ser pensada como obra em semelhança ao antigo estado natural. Conhecidas como alternativas ou compensatórias, seu princípio é na maximização da retenção e infiltração das águas pluviais. Silva (2012) comenta que estes métodos estão diretamente relacionados com o tipo de solo, a precipitação, a altura do nível freático, a cobertura vegetal, a área disponível para infiltração e o armazenamento de água.

Compreendendo que existe a opção de obras mais próximas ao ciclo hidrológico, é importante destacar que o seu projeto e implantação são totalmente dependentes das características de infiltração in situ. Portanto, se uma unidade administrativa pensa em trabalhar com obras de qualidade e eficientes, é fundamental que a mesma conheça rigorosamente as propriedades de infiltração do solo.

INFILTRAÇÃO E SUA MENSURAÇÃO

Centrando no aspecto da infiltração, pode-se defini-la como processo dinâmico pelo qual a água no estado líquido atravessa a superfície do solo. Sua mensuração vem por duas variáveis: a taxa de infiltração

e a infiltração acumulada. A taxa de infiltração é igual à densidade de fluxo, correspondendo ao volume de água que infiltra na unidade de área e de tempo. A infiltração acumulada corresponde ao volume (por unidade de área) de água infiltrada ao longo do tempo.

Após a delimitação dos conceitos, na sua mensuração física têm-se disponível os mais variados meios (in situ ou laboratório). Pereira et al. (2001) em sua obra comenta favoravelmente aos ensaios em campo, quando comparado ao de laboratório. Pois diferente dos ensaios em laboratório, avalia-se um volume maior de solo, sem alterar sua estrutura natural nos processos de amostragem

No trabalho de Soto et al. (2009) é discutido a aplicabilidade do Permeômetro de Guelph como opção de ensaio in situ e condição hidráulica saturada. Em suas considerações, o ensaio é destacado como prático e sem a necessidade de análise física do solo amostrado.

Não importando a opção de método de determinação da condutividade hidráulica, Sepaskhah & Ataee (2004) discutem que é difícil encontrar um valor representativo a grandes áreas de drenagem. Isso decorre do processo de formação dos solos, o qual tendo um aleatório processo de intemperismo, gera índices espacialmente variáveis e dependentes de uma avaliação geoestatística.

GEOESTATÍSTICA DA INFILTRAÇÃO

Podendo ser entendida como ramo da estatística que fundamenta a aplicação de técnicas de interpolação; a geoestatística utiliza dados pontuais de uma variável (conforme sua posição espacial) para estimar sua distribuição espacial em locais não-amostrados. No seu trabalho de mapeamento do potencial de infiltração, Camarinha (2011) ordena sua metodologia em duas ferramentas geoestatística distintas: semivariograma, para na medição da variabilidade espacial e regionalizada; e krigagem como interpolador espacial.

Com a formação do semivariograma e aprovação da significância dos valores amostrais, pode-se formar uma krigagem. Camarinha (2011) define krigagem como a média móvel ponderada dos valores observados na vizinhança. Nesses aspectos as amostras vizinhas mais próximas têm peso maior e as mais afastadas, pesos cada vez menores, nulos e até mesmo negativos.

OPORTUNIDADE EM PALMAS/TO

Tida como a última capital projetada do século XX, Palmas/TO teve um grande crescimento populacional e forte pressão para a abertura de novas áreas urbanas desde a criação. Atualmente, com 28 anos de fundação, apresenta uma poluição estimada (IBGE) de 286.787 habitantes, um alto IDH de 0,788 e uma desconfortável situação de drenagem urbana.

No ano de 2014, conforme Decreto nº 700, foi produzido um Plano Municipal de Saneamento Básico que em seu anexo III tratou sobre a drenagem urbana. O mesmo destacou o uso de técnicas compensatórias para reduzir ou controlar os excedentes pluviais gerados pela impermeabilização. Todavia ainda não existem trabalhos que caracterizem rigorosamente as propriedades físicas de infiltração, elemento essencial a esses projetos.

Identificando que existe um planejamento de drenagem urbana à Palmas/TO, o qual delimita métodos que trabalhem em consonância ao fenômeno do ciclo hidrológico que para sua implantação necessita o conhecimento das propriedades de infiltração. Este trabalho tem como proposta avaliar as propriedades de infiltração da no eixo viário da Avenida Teotônio Segurado entre as avenidas L-O 01 e L-O 35.

EXCUÇÃO E RESULTADOS

Considerando a situação descrita anteriormente à capital Palmas, este trabalho mensurou a capacidade de infiltração do canteiro central da Avenida Teotônio Segurado. O motivo de escolha dessa região foi oriundo da análise geoespacial de direção do fluxo das águas superficiais. Tal informação foi comprovada pelas notícias locais, as quais relacionam fortes chuvas com as correntezas Leste-Oeste que ao cruzar a avenida, os quais geram dificuldades no transito Norte-Sul da população.

Com um equipamento devidamente calibrado segundo Aguiar Neto et al. (2017), utilizando o Permeâmetro de Gelph modelo 2800 da empresa SOILMOISTURE Corp., na realização dos ensaios foram utilizados os métodos de perfuração e procedimentos de mensuração da condutividade hidráulica segundo o manual do próprio equipamento. Os ensaios foram em 65 cm de profundidade e carga hidráulica constante em 5 cm.

A partir de 22 pontos amostrais, os quais há 16 igualmente espaçados para observação global e 6 pontos de refinamento aos locais de maior concentração de fluxos de águas superficiais. O dado trabalho observou que as taxas de infiltração superficial estiveram uma maioria entre $1e-5$ e $1e-4$ $m^3/s.m^2$. Considerando os estudos de Fetter (1994), a espacialização dos resultados dos ensaios caracterizou a condutividade hidráulica correspondente a areia bem distribuída, estando no intervalo de $1e-5$ e $1e-3$ $m^3/s.m^2$.

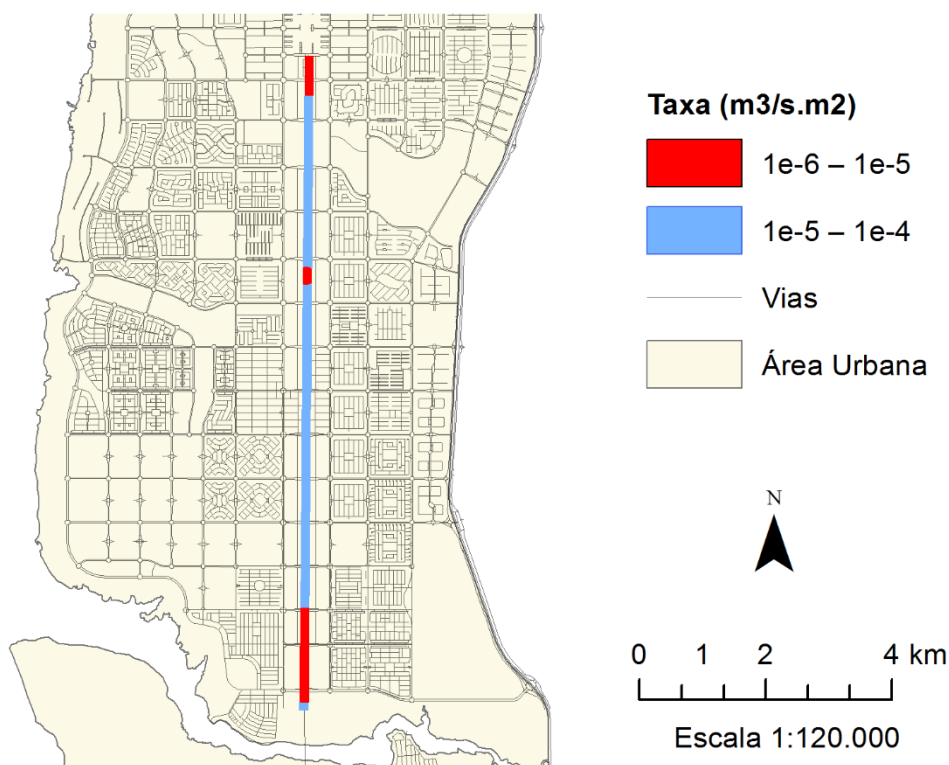


Figura 1. Taxa de infiltração superficial do trecho sul do Canteiro Central da Avenida Teotônio Segurado, Palmas/TO ($m^3/s.m^2$)

Tendo caracterizado o parâmetro de infiltração do Canteiro Central Sul da Avenida Teotônio Segurado, soluções de drenagem compensatória, definidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas/TO, (agora) são passíveis de serem dimensionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETO, Pedro da Silva et al. Calibração das constantes celulares para o Permeâmetro de Gelph: Procedimento e aplicação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. v. 1, p. 1 - 8.
- CAMARINHA, Pedro Ivo Mioni. **Mapeamento do potencial de infiltração como subsídio ao planejamento de microbacias de cabeceira**: Uma proposta metodológica utilizando geotecnologias. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology**. 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1994.
- PALMAS (Município). Decreto nº 700, de 15 de janeiro de 2014. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas-TO**: Volume III: Drenagem Urbana. 1. ed. Palmas, TO.

PEREIRA, Francisco Adriano de Carvalho et al. Comparação entre condutividade hidráulica saturada determinada em campo e laboratório. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p.1-4, jan. 2001. Semestral.

SEPASKHAH, A.r.; ATAEE, J.. A Simple Model to determine Saturated Hydraulic Conductivity for Large-scale Subsurface Drainage. **Biosystems Engineering**, [s.l.], v. 89, n. 4, p.505-513, dez. 2004.

SILVA, Joseleide Pereira da. **Estruturas de infiltração com utilização de materiais alternativos no controle de alagamentos, inundações e prevenção de processos erosivos**. 2012. 215 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SOTO, Miguel Alfaro et al. Análise do Método do Permeâmetro de Guelph na Determinação da Condutividade Hidráulica Saturada. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.137-152, 9 fev. 2009. Lepidus Tecnologia.