XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

9723 - MENSURAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA: APLICAÇÃO NO EIXO VIÁRIO SUL DA AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO EM PALMAS/TO

Pedro da Silva Aguiar Neto
Bruno Carrilho de Castro
Clerson Delvani Reis
Flavio Roldão de Carvalho Lelis (Tutor do PET Civil - IFTO)
Guilherme Alves Morais (Bolsista do PET Civil – IFTO)
Willian Gomes Batista (Bolsista do PET Civil – IFTO)
Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas

INTRODUÇÃO

Figura 1 - Chuva provoca alagamentos em vários bairros do Grande Recife. Fonte: g1.globo.com/pe/pernambuco

Figura 2 - Ruas ficam intransitáveis por causa de alagamentos em São Paulo. Fonte: Nando Matheus/ Raw Image/ Estadão Conteúdo/ Ugo Sartori, Do R7*

Essa situação parece comum em quase todas as cidades brasileiras? Por quais motivos ela se repete todos os anos?

INTRODUÇÃO

- **ÊXODO RURAL**
  - No passado, o êxodo rural contribuiu para a urbanização do Brasil. No período 1950–1960, chegou a ser responsável por 17,4% do crescimento populacional das cidades, e foi muito importante nas duas décadas seguintes. (ALVES, E. et al., 2011).
  - Elevado crescimento da população urbana, principalmente em grandes centros brasileiros.

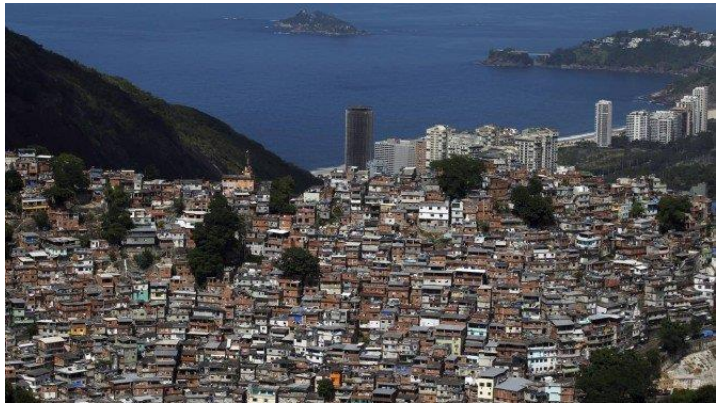

Figura 3 – Rocinha: maior favela do país. Fonte: oglobo.globo.com/rio

Figura 4 – Histórico do Êxodo Rural no Brasil. Fonte: exodoedemocracia.blogspot.com

INTRODUÇÃO

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

- **OBRAS DRENANTES X PRESTÍGIO POLÍTICO**

Figura 5 – Construtora afirma que já concluiu 70% das obras de drenagem e asfalto em Vila Rica - MT. Fonte: Rafael Trindade/Eldorado.fm

Figura 6 – Inauguração de escola em tempo integral marca nova fase da educação ijuiense - RS. Fonte: ijui.rs.gov.br

INTRODUÇÃO

- EDUCAÇÃO AMBIENTAL

- IMPERMEABILIZAÇÃO DAS ÁREAS URBANAS

Figura 7 – Garis retiram 50 toneladas de lixo por mês de bueiros em Vitória. Fonte: http://g1.globo.com/espirito-santo

Figura 8 – A impermeabilização dos solos. Fonte: vilapraiadeancora.blogs.sapo.pt

UMA OPÇÃO “SEMELHANTE” AO NATURAL

- 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.

Figura 9 – DRENAGEM URBANA - Parte 2. Fonte: http://jorcyaguiar.blogspot.com

Figura 10 – DRENAGEM URBANA - Parte 2. Fonte: http://jorcyaguiar.blogspot.com

UMA OPÇÃO “SEMELHANTE” AO NATURAL

Silva (2012) pontua que estes métodos estão diretamente relacionados com os seguintes tópicos:

- Área disponível para infiltração e o armazenamento de água
- Tipo de solo
- Precipitação
- Altura do nível freático
- Cobertura vegetal

Figura 11 – DRENAGEM URBANA - Parte 2. Fonte: http://jorcyaguiar.blogspot.com

UMA OPÇÃO “SEMELHANTE” AO NATURAL

OBRAS DRENANTES → PROJETO E IMPLANTAÇÃO → CICLO HIDROLÓGICO → **INFILTRAÇÃO *IN SITU***

***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:**

- **TAXA DE INFILTRAÇÃO**
- **INFILTRAÇÃO ACUMULADA**

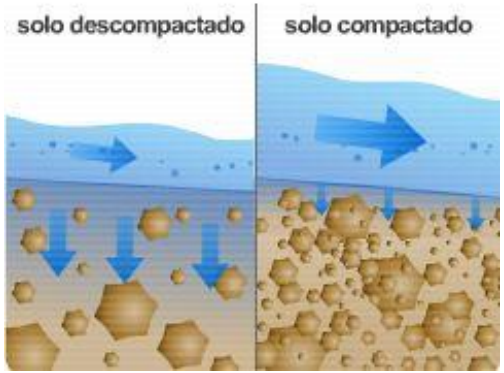

Figura 12 – Falta de infiltração da água no solo = erosão. Fonte: marianaplorenzo.com

INFILTRAÇÃO E SUA MENSURAÇÃO

***No trabalho de Soto et el. (2009) é discutido a aplicabilidade do Permeâmetro de Guelph como opção de ensaio *in situ* em condição hidráulica saturada.**

- Em suas considerações, o ensaio é destacado como prático e sem a necessidade de análise física do solo amostrado.

Figura 13 – Os equipamentos foram apresentados no campus da Embrapa Solos - Foto: Alexandre Esteves. Fonte: grupocultivar.com.br

OPORTUNIDADE EM PALMAS/TO

- Última capital projetada do século XX
- Forte pressão para a abertura de novas áreas urbanas desde a criação.
- Atualmente, com 28 anos de fundação, apresenta uma população estimada (IBGE) de 286.787 habitantes
- <u>Apresenta desconfortável situação de drenagem urbana</u>

Figura 14 – VIAGEM CULTURAL | PALMAS - TO: A CAPITAL MAIS JOVEM DO BRASIL. Fonte: faculdadedamas.edu.br

Figura 15 – Tráfego na Ponte Fernando Henrique será controlado para as filmagens do Filme B.O. Fonte: palmas.to.gov.br

OPORTUNIDADE EM PALMAS/TO

***No ano de 2014, foi produzido um Plano Municipal de Saneamento Básico que em seu anexo III tratou sobre a drenagem urbana.**

- controlar os excedentes pluviais gerados pela impermeabilização.
- Não havia trabalhos que caracterizassem rigorosamente as <u>propriedades físicas de infiltração, elemento essencial a esses projetos.</u>

Figura 16 – Feestje in Palmas. Fonte: nopduys.blogspot.com

OPORTUNIDADE EM PALMAS/TO

<u>*Este trabalho tem como proposta avaliar as propriedades de infiltração no eixo viário da Avenida Teotônio Segurado entre as avenidas L-O 01 e L-O 35.</u>

Figura 17 – Mapa de Palmas - TO. Fonte: mapasblog.blogspot.com

EXECUÇÃO E RESULTADOS

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

***O motivo de escolha dessa região foi oriundo da análise geoespacial de direção do fluxo das águas superficiais.**

- Fortes chuvas
- Correntezas Leste-Oeste que cruzam a avenida
- <u>Dificuldades no transito Norte-Sul da população</u>

Figura 18 – Chuvas fortes na manhã deste sábado alagou vários pontos da Av. Teotônio Segurado. Foto mostra alagamento na estação em frente ao Big.. Fonte: ocoletivo.com.br

Figura 19 –Falta de drenagem: sem melhorias, alagamentos pioram. Fonte: jornaldotocantins.com.br

EXECUÇÃO E RESULTADOS

***Com um equipamento devidamente calibrado segundo Aguiar Neto et al. (2017), utilizou-se:**

- Permeâmetro de Guelph modelo 2800 da empresa SOILMOISTURE CORP.

Figura 20 –Permeâmetro de Guelph SEC-2800K1.
Fonte: http://tecnal.com.br

Figura 21 –Permeâmetro de Guelph SEC-2800K1.
Fonte: http://tecnal.com.br

EXECUÇÃO E RESULTADOS

- **Metodologia dos ensaios**
  - 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.

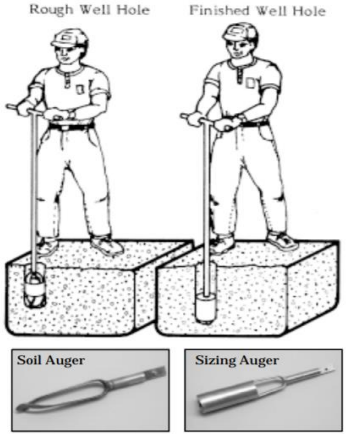

Figura 22 – Abertura do poço de amostragem. Fonte: SOILMOISTURE EQUIPMENT CORP.

Figura 23 – Amostra de solo em estudo. Fonte: Autores.

Figura 24 – Amostra de solo em estudo. Fonte: Autores.

Figura 25 – Amostra de solo em estudo. Fonte: Autores.

EXECUÇÃO E RESULTADOS

- Foram utilizados 22 pontos amostrais
- 16 foram igualmente espaçados para observação global
- 6 pontos de refinamento aos locais de maior concentração de fluxos de águas superficiais

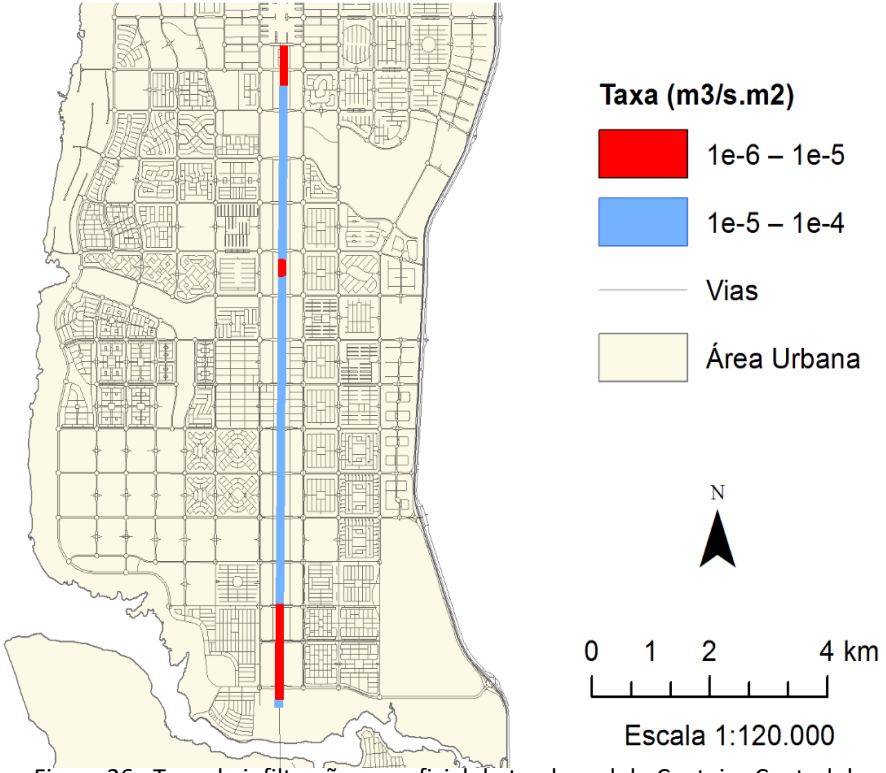

Figura 26 –Taxa de infiltração superficial do trecho sul do Canteiro Central da Avenida Teotônio Segurado, Palmas/TO (m3/s.m2). Fonte: Autores.

EXECUÇÃO E RESULTADOS

- As taxas de infiltração superficial estiveram uma maioria entre 1e-5 e 1e-4 m3/s.m2

*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 m3/s.m2.

Figura 27 – Palmas_TO by MTur Destinos, no Flickr .Fonte: FlavioAndre_UrbanismoeOrganizacao.

EXECUÇÃO E RESULTADOS

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

***Caracterizado o parâmetro de infiltração do Canteiro Central Sul da Avenida Teotônio Segurado.**

***Agora é possível dimensionar as soluções de drenagem compensatória definidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas/TO.**

Figura 28 – Avenida Teotônio Segurado, Palmas-TO .Fonte: alfarrabioteske.blogspot.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR NETO, Pedro da Silva et al. Calibração das constantes celulares para o Permeâmetro de Guelph: 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.

ALVES, E. et al. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. Revista de Política Agrícola, [S.L], Ano XX, n. 2, Abr./Maio/Jun. 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.

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

OBRIGADO!

Contatos:

(63) 9 9259-2523

willian281187@gmail.com