

## RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

# ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO NO BOSQUE BENITO CALZAVARA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA JOSÉ DA SILVEIRA NETTO

**Jonathan Rian Farias do Vale** – jonathan\_rian@hotmail.com

Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém/PA.

**Dayana Cravo Rodrigues** – dayana\_cravo@hotmail.com

Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém/PA

**Lilian Paixão Aleixo de Sousa** – lilian\_p.sousa@hotmail.com

Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém/PA

**Natacha Silva Caxias** – natacha\_caxiasnsc@yahoo.com.br

Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém/PA

**Samara Avelino de Sousa França** – samara\_avelino@hotmail.com

Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém/PA

## 1. RESUMO

O processo de infiltração é um fenômeno no qual a água percorre verticalmente as camadas do solo, além disso, contribui para o ciclo hidrológico e para o sistema de drenagem, portanto está intimamente relacionada a diversos fatores tais como: a granulometria do solo, permeabilidade (arranjo dos grãos), a topografia do terreno e a cobertura vegetal. Sendo assim, este trabalho tem como escopo correlacionar os processos de escoamento superficial e infiltração com os alagamentos, caracterizar a área de estudo quanto à sua formação litológica; realizar ensaios de infiltração; analisar a relação entre os espaços verdes da UFPA com a drenagem urbana do Campus. Foram escolhidos alguns pontos para realização dos ensaios. Os dados obtidos em campo foram dispostos numa planilha para a criação de gráficos de infiltração e de velocidade de infiltração básica (VIB). Foram realizados cinco ensaios, sendo a VIB determinada quando obteve-se três leituras constantes de variação da lâmina d'água. Os valores de VIB encontrados para os ensaios 1, 2, 3, 4 e 5 foram, respectivamente, 18 mm/h; 24 mm/h; 16 mm/h; 21 mm/h e 12 mm/h. A partir da classificação sugerida por Carvalho e Silva (2006), a VIB do Espaço ITEC Cidadão pode ser considerada alta, embora o último ensaio tenha mostrado uma VIB média. Este fato pode ser atribuído à proximidade do ponto ao Igarapé do Tucunduba, além de uma declividade discreta do terreno em relação aos demais pontos. Assim, os espaços vazios já estavam parcialmente preenchidos pela água do Igarapé; e a topografia favoreceu o escoamento superficial, dificultando o processo de infiltração. Além disso, as amostras de solo retiradas durante o ensaio possibilitaram identificar a presença de areia e argila, comprovando os estudos de caracterização litológica do solo da UFPA.

**Palavras-chave:** Infiltração. VIB. UFPA

## 2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

A infiltração é importante instrumento para avaliar a viabilidade de empreendimentos, como a implantação de atividades potencialmente poluidoras (como aterros sanitários, postos de gasolina), essencial no ciclo hidrológico, para recarga dos aquíferos; e também para a drenagem em ambientes naturais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007).

O processo de infiltração é um fenômeno no qual a água percorre verticalmente as camadas do solo, podendo ou não atingir uma zona saturada (GONDIM et al., 2010). Esta última pode ser um aquífero, desde que atenda as seguintes condições: formação natural, interstícios preenchidos e capacidade de abrigar e transmitir a água armazenada (ABAS, s/d). É válido ressaltar que alguns autores consideram água subterrânea a água que ocorre abaixo da superfície, preenchendo os poros ou vazios das rochas (BÓS, 2012).

As diferenças na infiltração de água estão relacionadas às frações granulométricas do solo, à quantidade, à espessura, ao ângulo e ao preenchimento das fraturas na camada superficial e às condições de relevo e uso atual do solo (STÜRMER et al., 2009). Fatores geomorfológicos, especialmente vinculados ao relevo também afetam a dinâmica da infiltração.

Existem vários fatores que influenciam o processo de infiltração, tais como: a composição do solo, a topografia do terreno e a cobertura vegetal. A litologia do solo, por exemplo, determina se haverá alta ou baixa infiltração. A argila apresenta menor número de vazios quando compara à areia, portanto, a taxa de infiltração em solos argilosos é menor que em solos arenosos (CARVALHO; SILVA, 2006).

A topografia influencia na intensidade do escoamento superficial, que é maior para áreas com maiores declividades. Assim, quanto maior o escoamento superficial, menor a infiltração da água no terreno (BÓS, 2012). A forma da encosta influencia em áreas de convergência e divergência de fluxos de água, determinando pontos de maior ou menor infiltração (KLEIN; KLEIN, 2014).

Ademais, áreas com cobertura vegetal favorecem a infiltração, já que as raízes, por exemplo, apodrecem formando canais, que auxiliam na condução da água em profundidade (KLEIN; KLEIN, 2014). Deste modo, no contexto do saneamento ambiental, as áreas verdes agem como meios permeáveis que favorecem a infiltração de água no solo, além de que a presença de cobertura vegetal é fundamental no processo de interceptação da chuva, reduzindo o processo de escoamento.

Ademais, a infiltração faz-se presente nos serviços de saneamento ambiental, como os de drenagem urbana, de acordo com Maus *et al* (2007) auxiliando na redução de processos de alagamentos, pois quanto maior a área permeável para infiltração das águas oriunda da precipitação, menor será o escoamento superficial.

O processo de infiltração é um processo desacelerado, que assume um valor constante após um determinado tempo, denominado de VIB - Velocidade de Infiltração Básica (FAGUNDES et al., 2012). A compreensão VIB é fundamental em projetos de Engenharia Sanitária e Ambiental, pois essa grandeza possibilita o adequado dimensionamento de rede de drenagem.

Inicialmente, a infiltração da água no perfil do terreno é elevada, reduzindo com o tempo, até se tornar constante. Neste momento, o solo tornar-se saturado (BRANDÃO et al., 2009). Souza et al. (2014) sugerem que a infiltração é a propriedade que melhor indica as condições físicas gerais do solo, isto é, sua composição (argiloso, arenoso, argilo-arenoso, areno-argiloso).

Carvalho e Silva (2006), ao realizarem ensaios de infiltração em solos com diferentes composições, criaram uma classificação de VIB, usualmente utilizada:

VIB BAIXA:  $VIB < 5$  mm/h

VIB MÉDIA:  $5 < VIB < 15$  mm/h

VIB ALTA:  $15 < VIB < 30$  mm/h

VIB MUITO ALTA:  $VIB > 30$  mm/h

A modelagem deste processo é de suma importância prática, pois a velocidade de infiltração é um dos fatores que mais influencia o escoamento superficial e fornece subsídios para o dimensionamento de reservatórios, estrutura de controle de erosão, sistemas de irrigação e drenagem, bem como para seu dimensionamento (JOSÉ *et al.*, 2012).

Na Universidade Federal do Pará (UFPA), os Bosques pertencentes ao Espaço ITEC Cidadão, podem contribuir com o controle dos alagamentos decorrentes do período chuvoso, uma vez que a presença significativa de vegetação reduz o escoamento superficial da água, facilitando sua infiltração no solo segundo Klein; Klein (2014).

O objetivo geral do estudo é correlacionar os processos de escoamento superficial e infiltração com os alagamentos frequentes observados em alguns pontos do setor Profissional do Campus da Universidade Federal do Pará em Belém. Para tal será necessário ainda a realização da caracterização da área de estudo quanto à sua formação litológica, realizar ensaios de infiltração e analisar a relação entre os espaços verdes da UFPA com a drenagem urbana do Campus.

### 3. METODOLOGIA

Os pontos escolhidos para a realização dos ensaios de infiltração foram aqueles localizados ao longo do Bosque Benito Calzavara, sendo escolhidos considerando a pouca

presença de raízes na superfície do solo, pouca ou nenhuma circulação de pessoas, a distância entre os pontos e a presença de pontos de utilização de água para facilitar a realização dos ensaios de infiltração.

No que diz respeito aos métodos para determinação da VIB, o método prático mais utilizado é o do Infiltrômetro de Anéis Concêntricos. Segundo Brandão et al (2009), esse método consiste de dois anéis que são posicionados de forma concêntrica no solo. O interno deve apresentar diâmetro menor e o externo maior, sendo ambos com alturas iguais pré-determinadas. Os anéis são cravados verticalmente no solo, deixando-se uma borda livre.

O anel externo tem como finalidade reduzir o efeito da dispersão lateral da água infiltrada no anel interno. Assim, a água do anel interno infiltra no perfil do solo em uma direção predominantemente vertical, o que evita superestimativa da taxa de infiltração.

Os dados obtidos em campo foram dispostos numa planilha para a criação de gráficos de infiltração e de velocidade de infiltração básica (VIB). Para isso, deve-se utilizar o quociente entre a variação da lâmina d'água (h), em milímetros, e o intervalo de tempo de cada medição, em horas.

Primeiramente fez-se a limpeza da área onde foi realizado o mesmo, com auxílio de uma enxada para retirar gramíneas e raízes. Em seguida, cravaram-se os anéis no terreno até uma profundidade de 14cm com o uso de uma marreta e pedaço de madeira. O anel maior possui 50 cm de diâmetro, enquanto que o menor com 25 cm de diâmetro e ambos com 30 cm de altura.

Posteriormente, após fixar a régua no anel interno, com baldes d'água encheram-se os dois cilindros, ao mesmo tempo, até uma altura de 16 centímetros. Com esta régua, acompanhou-se a infiltração vertical no cilindro interno com o auxílio de um cronômetro.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO**

As unidades litológicas do solo da UFPA são denominadas de Grupo Barreiras e Formação Pirabas, formadas por camadas de sedimentos arenosos da unidade Pós-Barreiras (latossolos amarelos), com argila siltosa e areia argilosa, o que lhes confere menor permeabilidade (EMBRAPA, 2006).

No Espaço ITEC Cidadão as amostras de solo retiradas durante o ensaio possibilitaram identificar a presença de areia e argila, comprovando os estudos de caracterização litológica do solo da UFPA.

#### 4.2 ENSAIO DE INFILTRAÇÃO

Foram realizados cinco ensaios, sendo a VIB determinada quando se obteve três leituras constantes de variação da lâmina d'água, de acordo com a Figura 1.

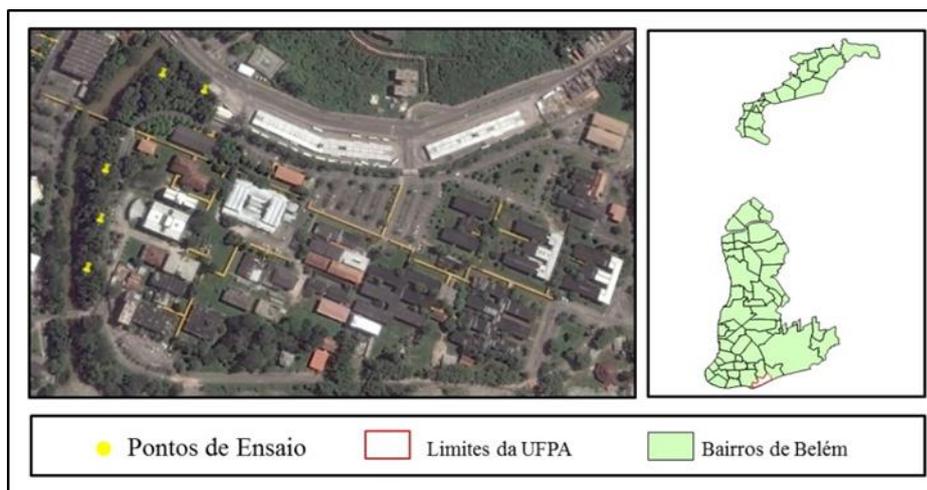


Figura 1 - Pontos de realização de ensaio de infiltração.

Fonte: Autor (2016).

As medições foram cronometradas ao longo de aproximadamente 2 horas, adotando diferentes intervalos de tempo, de acordo com a variação da lâmina d'água observada ao longo do ensaio. As leituras iniciaram com o tempo de 0 e altura de 16cm, resultando em uma planilha com os dados do ensaio e os respectivos gráficos da taxa de infiltração ao longo do tempo, além do valor da VIB, conforme mostrado na Figura 2. Para isso, utilizou-se o quociente entre a variação da lâmina d'água ( $\Delta h$ ), em milímetros, e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) de cada medição, em horas, como visto na Equação 1:

$$I = \Delta h / \Delta t \text{ (mm/h)} \quad (1)$$

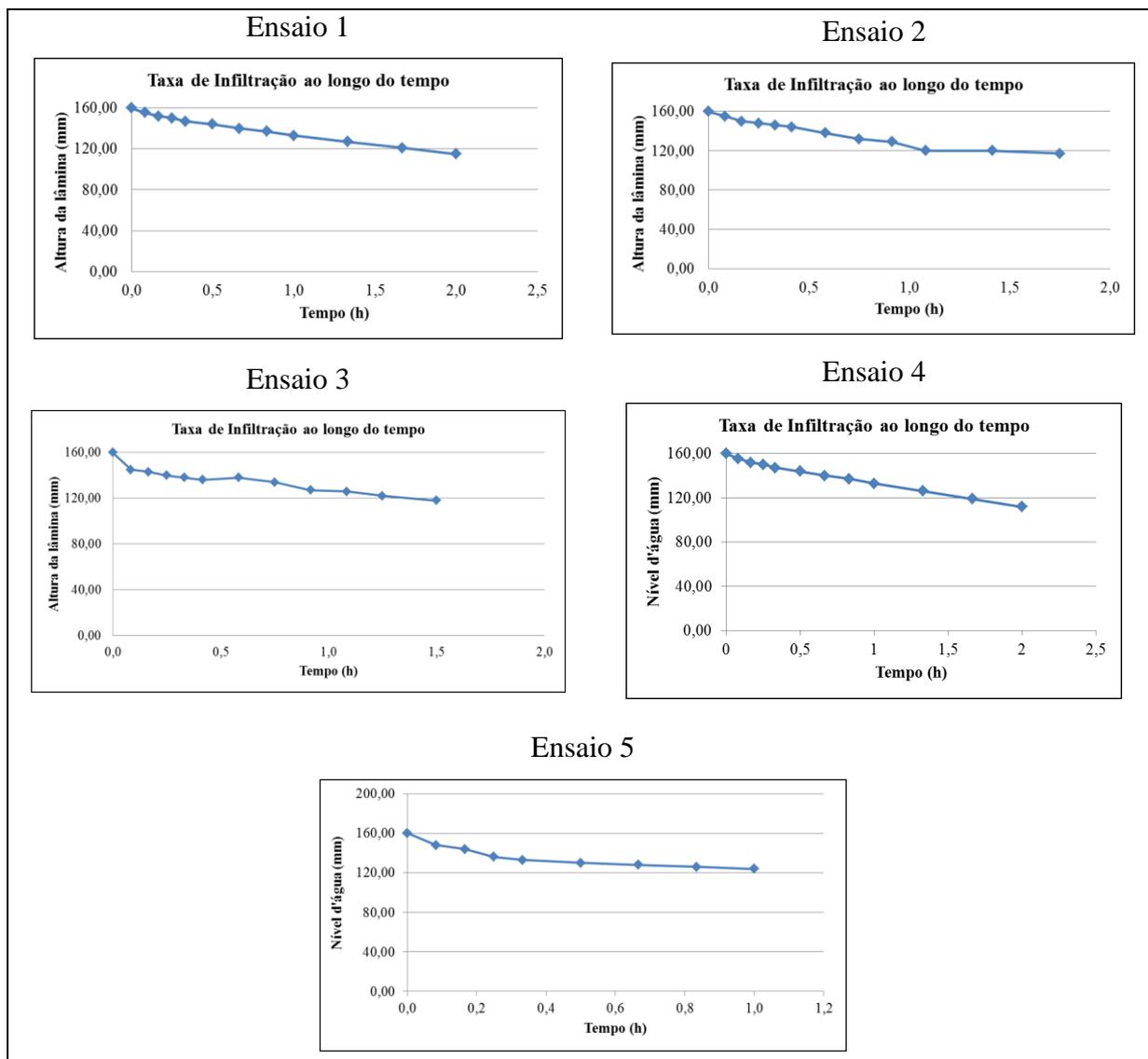


Figura 2: Gráficos de taxa de infiltração ao longo do tempo para os cinco ensaios.

Fonte: Autores (2016).

Os valores de VIB encontrados para os ensaios 1, 2, 3, 4 e 5 foram, respectivamente, 18 mm/h; 24 mm/h; 16 mm/h; 21 mm/h e 12 mm/h. A partir da classificação sugerida por Carvalho e Silva (2006), a VIB do Espaço ITEC Cidadão pode ser considerada alta, embora o último ensaio tenha mostrado uma VIB média.

Este fato pode ser atribuído à proximidade do ponto ao Igarapé do Tucunduba, além de uma declividade discreta do terreno em relação aos demais pontos. Assim, os

espaços vazios já estavam parcialmente preenchidos pela água do Igarapé; e a topografia favoreceu o escoamento superficial, dificultando o processo de infiltração.

Além disso, a VIB de 16 mm/h pode ser justificada pelo fato de ter ocorrido uma precipitação pluviométrica enquanto o ensaio era realizado, o que acelerou o processo de preenchimento dos vazios e reduziu a VIB.

#### 4.3 IMPORTÂNCIA DE ESPAÇOS VERDES NA UFPA

Como se pode observar, as VIB encontradas são, de maneira geral, altas. Desta forma, observa-se a importância dos espaços verdes como alternativas para a redução do escoamento superficial, aumento da infiltração e, conseqüentemente, redução de alagamentos no Campus.

### 5. CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÃO

Os objetivos do presente trabalho foram alcançados. A caracterização litológica da área de estudo, juntamente com os ensaios de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos, permitiu ratificar a importância de espaços verdes na drenagem, neste caso, do Campus Profissional da UFPA, uma vez que a parcela arenosa do mesmo permite que a água infiltrada preencha os vazios do terreno.

Portanto, o solo, devido à sua capacidade de armazenamento é imprescindível para que a infiltração seja eficiente, ao reduzir o escoamento superficial e permitir que a água não se acumule na superfície, o que pode agravar alagamentos no Campus.

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Estudos hidrogeológicos. s/d. Disponível em: <[http://www.abas.org/estudos\\_termos.php](http://www.abas.org/estudos_termos.php)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

BÓS, Sidiane Manfron. Métodos para avaliar vulnerabilidade das águas subterrâneas. Porto Alegre: POA Comunicação, 2012.

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. P.; SILVA, D. D. Infiltração da água no solo. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Capítulo 5: hidrologia. 2006. Disponível em:<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf> > Acesso em 20 de março de 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa – SNPS, 2006. 421p

FAGUNDES, Eliane Aparecida Antunes; KOETZ, Marcio; RUDEL, Norman; SANTOS, Tania Silveira dos; PORTO, Rebeca. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 369-378, 2012.

JOSÉ, J. V.; REZENDE, R.; MARQUES, P. A. A.; FREITAS, P. S. L. de; ALVES, D. S.. Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas de dois Latossolos da região noroeste do estado do Paraná. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 208-219, 2012

KLEIN, C.; KLEIN, V. A.. Influência do manejo do solo na infiltração de água. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014, p. 3915-3925.

MAUS, V. W.; RIGHES, A. A.; BURIOL, G. A.. Pavimentos permeáveis e escoamento superficial da água em áreas urbanas. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Águas subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília, 2007. Disponível em:<<http://www.agrolink.com.br/downloads/%C3%81GUAS%20SUBTERR%C3%82NEAS.pdf> > Acesso em 23 de março de 2016.

SOUZA, Myashiro Fortes de; Cessa, Raphael Maia Aveiro; BRACHTVOGEL, Elizeu Luiz; SOUZA, Fábio Régis de; PANACHUKI, Elói; VARÃO, Igor Junior Hoppen; COSTA, Jeyssa Santino; ARAÚJO, Markondes Lacerda; CAÇOL, Patrícia Simone Kranz. Velocidade de infiltração básica de água como indicador da qualidade porosa do solo. Revista Agrogeoambiental - v. 6, n. 2, ago, p.83-92, 2014.