



AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Lilian de Souza Fermino¹, Hermam Vargas Silva

Resumo: Infiltração faz parte do ciclo hidrológico. Quando as precipitações chegam ao solo, tem a opção de permanecer retidas nas raízes de plantas, escoarem até os corpos d'água, retornarem a superfície por evaporação dos rios e mares. Vão também passar pela transpiração de plantas e iniciar o processo de infiltração no solo. A partir daí esta água que está subterrânea, vai alcançar níveis de saturação, havendo mistura de ar e água, podendo recarregar aquíferos subterrâneos e/ou aquíferos livres. Este trabalho tem como objetivo avaliar e determinar a velocidade com que a água infiltra no solo e atinge seu nível de saturação. Os valores de infiltração serão obtidos através do sistema de infiltrômetro de anéis concêntricos em áreas espalhadas pelo campus do Centro Universitário da UniCesumar. As informações coletadas de velocidade da água no solo serão interpretadas pelo modelo matemático de Kostiakov, a infiltração da água será observada em função do tempo até que a taxa de infiltração se torne constante, levando em consideração o tipo e manejo do solo.

Palavras-chave: Ciclo hidrológico; Condutividade hidráulica; Infiltração; Modelo matemático de Kostiakov; Níveis de saturação.

1 INTRODUÇÃO

Infiltração é o processo pelo qual a água, por precipitação ou irrigação, penetra no solo, alcançando níveis de saturação e faz parte da recarga de grandes mananciais denominados aquíferos subterrâneos. O conhecimento da movimentação da água é de extrema relevância, pois permite ao homem executar o manejo correto dos recursos hídricos, dentre eles estão o correto uso do sistema de irrigação, manejo do solo e água, drenagem e o controle de infiltração. “Melhorias nos processos de infiltração de água no solo diminuem o risco de erosões, aumenta a quantidade da recarga dos aquíferos (a princípio livres e após, os subterrâneos) e interfere na vazão de cursos d'água” (CECÍLIO et AL., 2007).

Alguns fatores interferem na velocidade com que a água penetra no solo como a umidade inicial do solo que consiste em, quanto mais seco o solo, maior será a taxa de infiltração inicial; o tipo de solo; a condição do solo e como foi feito, seu manejo; condição da superfície do solo, por exemplo, em áreas urbanas a tendência é de se ter menor velocidade de infiltração, do que aquelas relacionadas a áreas agrícolas e áreas de cobertura vegetal; a compactação do solo por máquinas e pela intensa atividade agrícola e pecuária compactam o solo e diminuem a capacidade de infiltração, o mesmo ocorre com a ação intensa da chuva. Uma cobertura vegetal maior na superfície do solo aumenta a infiltração, pois o sistema radicular das plantas abre os espaços vazios no solo, favorecendo a infiltração. “Sob chuva ou irrigação, a velocidade de infiltração diminui gradualmente e se torna constante. Essa velocidade constante que se atinge com o tempo, é a velocidade de infiltração básica.” (REICHARDT, 1987, BERTON & LOMBARDI NETO, 1990, LIBARDI, 1995, ARAÚJO FILHO & RIBEIRO, 1996)

Os dados obtidos foram interpretados na equação matemática do modelo de Kostiakov, apresentado por meio de tabelas e gráficos. Utilizando o teste com infiltrômetro de anéis concêntricos para análise e medição da velocidade de infiltração de água no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área do Campus do Centro Universitário Cesumar- UNICESUMAR, em Maringá, região noroeste do Estado do Paraná, podendo ser replicado em outras partes. O solo tem pouca cobertura vegetal e a área de amostragem fica exposta a atividades antrópicas. Para determinar a área a ser estudada, a técnica de amostragem, inicia-se calculando a área total através de um mapa do campus da universidade.

Foram realizados um ensaio em cada tipo de solo, e determinaremos o seu coeficiente de variação, caso seja necessário, mais ensaios serão realizados até obter um coeficiente com baixa variação. Para determinar quais áreas a serem realizados os ensaios usaremos a técnica de amostragem aleatória. Após a análise da área para aplicação da metodologia, serão coletadas pequenas porções de solo para efetuar o ensaio granulométrico de acordo com a norma da ABNT NBR 6502/95, e assim determinar o tipo de solo.

¹Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Cesumar- UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista PíCC-UNICESUMAR. – lilianfermino@outlook.com



A área a ser mostrada foi dividida em parcelas de 2 x 2 m, e o teste de infiltração foi aplicado pelo método de anéis concêntricos de carga constante. Esse método consiste em dois anéis com diâmetros de 25 cm e 50 cm, com 30 cm de altura cada um, e 3 mm de espessura.

Ambos os anéis serão introduzidos a uma profundidade de 15 cm no solo, uma régua graduada será colocada na parede do anel interno e a água será acrescentada até uma altura de 5 cm, nos dois anéis ao mesmo tempo. Indicando-se a infiltração, a água deve ser repostada fazendo a marcação do tempo e a leitura da régua que será em cm por minutos, a leitura será feita a cada 5 minutos, podendo ter oscilação de 2 cm na leitura da régua. O anel externo tem a finalidade de diminuir a dissipação de água, impedindo a infiltração pelas laterais no solo, tapando a leitura correta. As leituras serão realizadas até que a variação de velocidade de infiltração se torne constante, podendo levar um período de 120 minutos de teste conforme a metodologia apresentada por Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

A confecção dos anéis concêntricos foi baseada em uma empresa de equipamentos agrônômicos (Sonda Terra), que trabalha com a produção desse tipo de equipamento, portanto as informações necessárias como materiais utilizados e medidas foram fornecidas.

O modelo matemático para a determinação da infiltração acumulada (I) e a velocidade de infiltração básica (VIB) é determinado pelo modelo de kostiakov onde:

A equação potencial que determina infiltração acumulada é:

$I = K \cdot T^a$ em que: I=infiltração acumulada; K=constante dependente do solo; T=tempo de infiltração, a=constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

E a velocidade de infiltração básica é: $VIM = k \cdot T^{a-1}$.

A determinação dos coeficientes a e K serão feitas utilizando o método analítico (regressão linear) que só pode ser aplicado em equações lineares, então a fórmula que está na forma exponencial deverá ser transformada na forma linear, assim: $\log I = \log K + \log T$

Formando uma reta do tipo $Y = A + B \cdot X$ em que: $Y = \log I$; $A = \log k$; $B = a$; $X = \log T$. Na equação linear os valores A e B serão determinados assim: $A = \frac{\sum X \times \sum XY - \sum X^2 \times \sum Y}{(\sum X)^2 - m \times \sum X^2}$ e $B = \frac{\sum X \times \sum Y - m \times \sum XY}{(\sum X)^2 - m \times \sum X^2}$. Em que m= Números de pares dados por I e T. Então $A = \log k$, $k = \text{antilog } A$; Então $k = 10^A$ e $B = a$, então $a = B$. Logo os valores obtidos de k e a, retornam a fórmula $VIM = k \cdot T^{a-1}$ para calcular a velocidade de infiltração básica.

Obtidos os valores de A e B, determina-se K e a e retorna a equação exponencial de origem, o valor de a é o próprio B, e o valor de K são encontrados aplicando-se o antilog de A. O teste deve ser feito em um solo com pouca umidade, para que se tenham valores mais precisos de infiltração, o solo pode ser classificado de acordo com a velocidade de infiltração básica. Tabela que expressa a classe do solo para uma determinada VIB (Tabela

Quadro 01. Classificação do solo a partir da VIB:

Tipos de solo	VIB (mm/h)
Solo de VIB muito alta	>30
Solo de VIB alta	15 – 30
Solo de VIB média	5 – 15
Solo de VIB baixa	< 5

Fonte: Bernardo et al., (2006)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os impactos quantitativos dos recursos hídricos são preocupantes e podem ocasionar alterações nos depósitos de águas subterrâneas e corpos d'água, devido ao seu uso em excesso e falta de manejo correto e sustentável.

Ultimamente o campo deixa de ser o ambiente de morada de boa parte da população que acaba migrando para o centro urbano em busca de emprego e melhor qualidade de vida. Essa migração intensifica e aquece a construção civil, diminuindo o espaço de cobertura vegetal nas pequenas e grandes cidades, dando origem a um solo preenchido por camadas de cimento impermeáveis, bloqueando a infiltração.

A infiltração da água no solo implica diretamente no abastecimento de aquíferos subterrâneos e no escoamento superficial. Obter o conhecimento do movimento da água permite adotar melhores meios de execução dos recursos hídricos, que estão gradativamente escassos.

Com isso, o trabalho destina-se a testar como a velocidade da água chega ao seu nível de infiltração básica nesse tipo de solo, como é importante o espaço da vegetação em locais urbanos e contribuir para a sociedade de forma informativa e para futuras pesquisas que possam desenvolver técnicas que permitam a passagem de água em ambientes pavimentados, adotando um sistema de permeabilização do solo.

Realizado o teste de infiltrômetro de anéis concêntricos na área pretendida, foi observado que por se tratar de uma área urbanizada, o solo se encontra em um estado compactado, prejudicando de maneira significativa a infiltração da água, além de se tratar de um solo do tipo argiloso, que por conter partículas bem pequenas retém



mais água, impedindo a introdução de água nas camadas mais profundas do solo, portanto, não foi possível observar a taxa de saturação do solo como seria observado em um solo sem a interferência antrópica.



Figura 1: Infiltrômetro sendo cravado no solo
Fonte: A Autora.



Figura 2: Dois anéis instalados
Fonte: A Autora.

Os dados coletados foram calculados e implantados na tabela a seguir:

Quadro 2: Determinação da infiltração acumulada pelo método de infiltrômetro de anel.

Tac (min)	l (mm)	X= log tac	Y = log l	X ²	X.Y
0	0	0	0	0,000	0,000
2	2	0,3010	0,3010	0,0906	0,0906
4	3	0,6021	0,4771	0,3625	0,2872
6	3	0,7781	0,4771	0,6054	0,3712
12	3	1,0791	0,4771	1.1644	0,5148
22	3	1,3424	0,4771	1.8020	0,6402
32	3	1,5051	0,4771	2.2653	0,7180
61	4	1,7853	0,6020	3.1862	1.0747
91	4	1,9590	0,6020	3.8376	1.1793
121	4	2,0827	0,6020	4.3376	1.2537
139	4	2,1430	0,6020	4.5924	1.2900
Total		13,5778	5.0945	21.2440	7.4197

4 CONCLUSÃO

Com tudo de acordo com os cálculos da (Tabela 02) e com a classificação do solo (Tabela 01) o solo de estudo possui uma taxa de infiltração muito baixa, prejudicando a área do solo local, tornando se a médio e longo prazo um solo aparentemente árido. Portanto é de extrema relevância, levar em consideração o tipo de solo agregado às práticas de impermeabilização, que acarretam em alagamentos em áreas urbanas, trazem doenças, e que aumenta a vazão da água da chuva podendo trazer danos materiais.

Em função do forte crescimento da construção civil, técnicas de alternativa de drenagem devem ser aprimoradas a fim de aumentar a infiltração da água e controlar o escoamento superficial. Assim algumas técnicas estão sendo utilizadas em lugares estratégicos para sua melhor eficácia que são as trincheiras e valas de infiltração, e a pavimentação permeável.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.C. RIBRITO, M.R. Infiltração de água em Cambissolos do Baixo do Irecê (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.263-37, 1996.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. E Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

CECÍLIO, R.A.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F. F. SILVA, D. D.; ATAÍDE, W. F. Substituição dos Parâmetros do modelo de Green-Ampt-Mein-Larson para estimativa da infiltração de alguns solos do Brasil *Revista Brasileira de ciência do solo*, Viçosa, v.31, n.5, p. 1141-1151, 2007.

FUZER, H. **ESTUDO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA (VIB) NO SOLO DA BACIA DO RIO MOURÃO**. 2013. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia Civil), Universidade

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. 1. Ed. Piracicaba, 1995.497 p.

MANTOVANI, E.C. BERNARDO. S. PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006, 318 p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo, Manole, 1987. 188 p.