

ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE PROJETOS DE SISTEMA EQUIVALENTE DE ABSORÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SOLO

1. INTRODUÇÃO

Este roteiro tem por objetivo estabelecer critérios e condicionantes de projetos de sistema equivalente para fins de atendimento aos artigos 24 e 27 do Decreto Estadual 43.284/98, os quais estabelecem a necessidade de garantir a infiltração das águas pluviais no solo, através da manutenção de pelo menos 50% de área livre ou da implantação de sistema equivalente de absorção de águas pluviais no solo, para empreendimentos, obras e atividades em terrenos com área igual ou superior a 2.000 m², na Zona de Conservação Hídrica e na Zona de Restrição Moderada da bacia do rio Jundiáí, a jusante da área urbanizada do município de Jundiáí.

2. SISTEMA EQUIVALENTE DE ABSORÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SOLO

De forma a promover a infiltração de águas pluviais no solo por meio de sistema equivalente, foram adotados como referência os critérios de projeto e as condicionantes preconizados no documento New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual - 9.5 Infiltration basins(2016).

Este documento contempla o uso de bacias de infiltração superficiais e subterrâneas para o gerenciamento de águas pluviais, as quais são construídas com os objetivos de retenção temporária do escoamento superficial, remoção de poluentes e promoção da recarga ambientalmente segura das águas subterrâneas devido ao desenvolvimento urbano e o conseqüente aumento da área impermeável.

As diretrizes explicitadas neste roteiro aplicam-se a bacias de infiltração do tipo superficial.

3. ROTEIRO PARA O DIMENSIONAMENTO DAS BACIAS DE INFILTRAÇÃO DO TIPO SUPERFICIAL

O dimensionamento de bacias de infiltração do tipo superficial deve considerar, no mínimo, os seguintes fatores: índice pluviométrico local, volume de águas pluviais a ser infiltrado no solo, permeabilidade do solo local, área da bacia de infiltração e tempo de infiltração no solo, os quais serão detalhados a seguir.

As figuras, inseridas no Anexo I deste roteiro, foram extraídas do documento supracitado e apresentam as principais características da bacia de infiltração do tipo superficial.

Com o objetivo de auxiliar na retenção de sólidos e garantir a permeabilidade do sistema ao longo do tempo, o documento recomenda o preenchimento da base da bacia de infiltração com uma camada de areia de, no mínimo, 15 cm de espessura e uma condutividade hidráulica de 12m/dia. Além disso, a cota máxima do lençol freático do período chuvoso, determinada entre os meses de abril e maio, ou do topo rochoso, deve estar, no mínimo, a 0,6 m de profundidade a partir da base da bacia de infiltração. A declividade do terreno, onde a bacia será implantada, deverá ser inferior a 15%.

A coleta e infiltração de águas pluviais deve ser restrita às áreas que não estejam sujeitas a poluentes, oriundos de fontes internas e externas ao empreendimento, de modo a prevenir a contaminação do aquífero freático.

3.1 Índice pluviométrico local

O decreto objetiva a infiltração das águas pluviais no solo em eventos recorrentes de chuva, nos quais a parcela que infiltra sobrepõe-se a que escoa superficialmente. Dessa forma, recomenda-se adotar uma chuva de projeto com duração de 1 dia inteiro (1.440 min) e tempo de retorno de 2 anos.

O uso da equação desenvolvida pelo DAEE (2018), a partir de dados de precipitação intensa para o município de Itu, vizinho a Jundiá e Cabreúva, garante a obtenção de valor estatisticamente representativo para a região de interesse.

A referida equação é a seguinte:

$$i_{t,T} = 52,94(t+30)^{-0,9526} + 8,06(t+25)^{-0,8537} \cdot [-0,4793 - 0,9126 \ln \ln(T/T-1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

onde: i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

A tabela 1 resume os resultados da aplicação da equação.

Tabela 1 – Dados de precipitação calculados pela Equação de Itu: máximas alturas de chuvas, em mm.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	15,2	19,2	21,9	23,4	24,4	25,2	27,7	30,2	32,6
20	24,6	31,1	35,3	37,8	39,4	40,8	44,8	48,8	52,7
30	31,0	39,2	44,6	47,6	49,8	51,4	56,5	61,5	66,6
60	42,1	53,4	60,8	65,1	68,0	70,3	77,3	84,2	91,2
120	51,7	66,0	75,5	80,8	84,5	87,4	96,3	105,1	113,9
180	56,2	72,2	82,8	88,7	92,9	96,1	106,0	115,8	125,6
360	62,2	80,9	93,2	100,2	105,0	108,8	120,4	131,8	143,3
720	66,6	87,8	101,8	109,8	115,3	119,6	132,8	145,8	158,9
1080	68,6	91,4	106,4	114,9	120,8	125,4	139,5	153,5	167,5
1440	69,9	93,8	109,5	118,4	124,7	129,5	144,2	158,9	173,5

Assumindo-se uma chuva com duração de 1 dia inteiro (1.440 min) e com período de retorno de 2 anos, chega-se ao índice pluviométrico local de 69,9 mm/dia.

3.2 Volume de águas pluviais a ser infiltrado no solo

Para a estimativa do volume de águas pluviais, resultante da precipitação, a ser infiltrado no solo na área de projeto, recomenda-se utilizar o Método Racional (DAEE, 1994), cujo volume pode ser obtido por meio da seguinte equação:

$$V = (C.i.A)/1000$$

onde:

V = volume de águas pluviais a ser infiltrado, em m³;

C = coeficiente de infiltração: parcela da precipitação que resulta em infiltração (0,9);

i = precipitação de projeto (69,9 mm/dia);

A = área superficial de projeto (área impermeabilizada a ser compensada), em m².

3.3 Permeabilidade do solo local

A capacidade de infiltração de água no solo/rocha porosa está relacionada à condutividade hidráulica (coeficiente de proporcionalidade K) na Lei de Darcy ($Q=K.i.A$) ($K=k.p.g/\mu$), e considera as características do meio (porosidade, tamanho, distribuição, forma e arranjo das partículas) e do fluido (viscosidade e massa específica), onde: Q=vazão constante; K=condutividade hidráulica; i=gradiente hidráulico; A=área seção transversal; k=permeabilidade intrínseca; p=massa específica do fluido; g=aceleração da gravidade; e μ =viscosidade dinâmica do fluido.

Os ensaios para determinação da condutividade hidráulica local devem ser realizados, por profissional habilitado, conforme a publicação “Ensaio de permeabilidade em solos – orientações para sua execução no campo” (ABGE, 2013). Os valores de condutividade hidráulica podem ser obtidos por meio de ensaios de infiltração e/ou rebaixamento (carga), realizados a nível constante ou variável.

Devem ser realizados, no mínimo, três ensaios de permeabilidade no local de implantação do sistema, na camada de solo não saturado abaixo da base da bacia de infiltração, devendo o trecho testado ser representativo dessa camada, a qual deverá ser igual ou maior do que 0,6m de espessura.

O resultado de condutividade hidráulica a ser utilizado no cálculo do tempo de infiltração das águas pluviais deve ser o menor valor dentre os obtidos nos ensaios realizados. Conforme mostra o item 3.5 deste roteiro, deverá ser aplicado um fator de segurança igual a 2 neste resultado, considerando a diminuição da permeabilidade do solo ao longo do tempo.

A implantação da bacia de infiltração do tipo superficial somente é viável onde a condutividade hidráulica do solo determinada em campo for superior a 0,3 m/dia e inferior a 6,0 m/dia.

3.4 Área da bacia de infiltração

A área de infiltração da bacia pode ser calculada através da equação abaixo, que considera o volume de águas pluviais (V), calculado pelo Método Racional, e a altura da lâmina dá'gua na bacia de infiltração (h), definida para o projeto:

$A=V/h$, onde:

A = área de infiltração do sistema equivalente, em m²;

V = volume de águas pluviais a ser infiltrado, em m³;

h = altura da lâmina dá'gua a ser infiltrada, em m.

Recomenda-se que para o cálculo da área de infiltração, a altura da lâmina de água a ser infiltrada seja de, no máximo, 0,6m.

3.5 Tempo de infiltração

O tempo de infiltração de águas pluviais pode ser calculado através da seguinte equação:

$$T=V/(A*[K/F]),$$

onde:

T = tempo de infiltração, em horas;

V = volume de águas pluviais a ser infiltrado, em m³;

A = área de infiltração do sistema equivalente, em m²;

K = condutividade hidráulica, em m/hora;

F = fator de segurança (2).

O tempo máximo de infiltração deve ser de, no máximo, 72 horas após a chuva, de forma a permitir capacidade de armazenamento para um próximo evento. Além disso, um tempo superior ao recomendado pode resultar no desenvolvimento de condições anaeróbias, geração de odores, além de favorecer o aparecimento de populações de mosquitos.

3.6 Critérios adicionais

As seguintes recomendações deverão ser observadas na elaboração do projeto da bacia de infiltração:

- Avaliar a necessidade de inclusão de tratamento prévio das águas pluviais de forma a aumentar a remoção de poluentes, e estender o tempo de operação da bacia de infiltração;
- Avaliar a ocorrência de processos erosivos e de processos acumulativos de sedimentos que possam interferir na permeabilidade da bacia de infiltração;
- Avaliar a ocorrência de relevos cársticos que possam levar a subsidências e sumidouros;
- Considerar possíveis impactos hidráulicos adversos no lençol freático, que possam causar a formação de lagoas superficiais, inundação de porões ou outro tipo de interferência em sistemas de esgotamento sanitário ou em poços de abastecimento no local do empreendimento e na vizinhança.

3.7 Plano de operação e de manutenção

Deverá ser apresentado plano de operação e de manutenção regular, de forma a garantir o desempenho efetivo da bacia de infiltração ao longo do tempo, o qual deverá contemplar, mínimamente:

- Inspeção dos componentes estruturais do sistema, pelo menos uma vez por ano, quanto a fissuras, subsidência, fragmentação, erosão, acúmulo de sedimentos, entupimento e deterioração;
- Avaliação semestral do tempo máximo de infiltração de água de forma a verificar possíveis alterações na permeabilidade da bacia em relação ao definido no projeto;

- Revolvimento anual da camada de areia de forma a eliminar concreções que resultem na redução da capacidade de infiltração do sistema.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABGE. Ensaio de permeabilidade em solos - orientações para sua execução no campo. São Paulo, 2013.

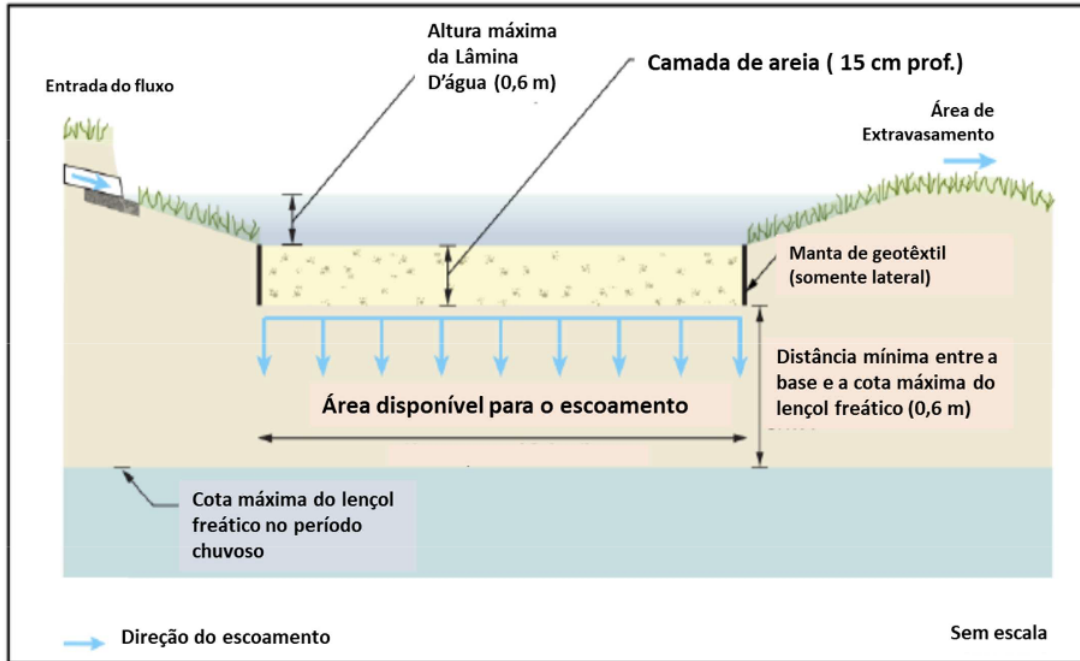
DAEE. Manual do cálculo de vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo, 1994.

DAEE. Precipitações Intensas no Estado de São Paulo. São Paulo, 2018.

NJDEP. New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual. New Jersey, 2016. (https://www.njstormwater.org/bmp_manual/NJ_SWBMP_9.5.pdf)

Anexo I

Bacia de Infiltração Superficial – Vista Plana Bacia de Infiltração Superficial – Vista em Perfil



Fonte: New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual , 2016