INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA SOLUÇÕES DE DRENAGEM NA FONTE NO SEMIÁRIDO BAIANO: AVALIAÇÃO DE SOLOS EM RIACHÃO DO JACUÍPE

Ítalo Santana[1]; Eduardo Cohim[2]; Tiago Silva[3]; Roberto Ribeiro[4]

RESUMO – Este trabalho propõe e aplica um instrumento de planejamento para recomendação de soluções de controle na fonte na área urbana de Riachão do Jacuípe, município do semiárido baiano. Com base em 260 sondagens a trado realizadas para o projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário (2014–2015), foram atribuídas notas para profundidade (NP) e textura (NT) a cada ponto, cruzadas em uma Matriz de Aptidão que classificou os pontos em três classes SuDS. A interpolação espacial das notas no QGIS gerou mapas de isolinhas de aptidão sobrepostos à malha urbana. Os resultados indicam que 63,5% das sondagens não alcançaram 1,5 m de solo livre, sendo a profundidade rasa, e não a textura, o principal fator limitante. A Classe III (aptidão restrita) responde por 36,9% dos pontos, exigindo sistemas com microrreservatórios; apenas 18,1% dos pontos permitem infiltração total (Classe I). O instrumento é replicável em municípios que possuam laudos de sondagem suficiente para distribuição geoespacial dos dados.

ABSTRACT – This paper proposes and applies a planning instrument for recommending source control solutions in the urban area of Riachão do Jacuípe, a municipality in the semi-arid region of Bahia, Brazil. Based on 260 hand-auger boreholes performed for a sanitation project (2014–2015), depth scores (DS) and texture scores (TS) were assigned to each point and combined in a Suitability Matrix classifying points into three SuDS classes. Spatial interpolation in QGIS generated isoline suitability maps overlaid on the urban grid. Results show that 63.5% of boreholes did not reach 1.5 m of free soil, with shallow depth – not texture – being the dominant limiting factor. Class III (restricted suitability) accounts for 36.9% of points, requiring micro-reservoirs systems; only 18.1% allow full infiltration (Class I). The instrument is replicable in municipalities with geotechnical data from public works.

Palavras-Chave – SuDS; semiárido; aptidão do solo.

1 - INTRODUÇÃO

A urbanização transforma o ciclo hidrológico ao substituir superfícies permeáveis por coberturas impermeáveis, reduzindo a infiltração e ampliando os picos de escoamento superficial (Tucci, 2007; Miguez et al., 2016). No semiárido brasileiro, esse processo é agravado pela irregularidade do regime pluviométrico: longos períodos de estiagem alternam com eventos de chuva intensa e concentrada, gerando enxurradas cujos volumes superam rapidamente a capacidade dos sistemas de drenagem convencionais (Santos e Brito, 2007).

Riachão do Jacuípe, município baiano inserido na bacia do Rio Jacuípe, apresenta esse cenário de forma exemplar. Eventos de cheia ao longo das décadas evidenciaram a insuficiência hidráulica do sistema de drenagem local. A abordagem tradicional, centrada na evacuação rápida das águas por galerias e canais, tem se mostrado insuficiente e frequentemente agrava os problemas a jusante (Souza, Cruz e Tucci, 2012).

Os sistemas de controle na fonte, propõem a gestão das águas pluviais no próprio lote gerador do escoamento, buscando mimetizar o comportamento hidrológico de pré-urbanização (Fletcher et al., 2015; Woods Ballard et al., 2015). A viabilidade dessas técnicas, contudo, não é uniforme: ela depende da profundidade do solo até o horizonte impermeável e da textura do material (classificação hidrológica do solo), exigindo um instrumento de avaliação que oriente técnicos e gestores sobre quais técnicas SuDS são aplicáveis em cada setor do território.

O presente trabalho propõe e aplica tal instrumento a partir de 260 sondagens realizadas na área urbana de Riachão do Jacuípe, utilizando um sistema de pontuação multicritério e interpolação espacial no QGIS para geração de mapas de aptidão SuDs por isolinhas, a preferência se dá pela aplicação dos sistemas de infiltração total, sendo os mais eficientes no objetivo de mimetizar a condição de escoamento de pré-urbanização.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os sistemas SuDS atuam por quatro processos: retenção, infiltração, filtração e evapotranspiração. O CIRIA SuDS Manual (Woods Ballard et al., 2015) organiza os dispositivos em três tipos funcionais segundo a capacidade de infiltração do solo: Tipo A (infiltração total, solo permeável e profundo, com poço de infiltração), Tipo B (infiltração parcial, condições intermediárias, com jardim de chuva) e Tipo C (sem infiltração, solo raso ou impermeável, com microrreservatório de detenção). A escolha entre esses tipos é o eixo central do instrumento aqui proposto.

O principal critério de viabilidade para dispositivos de infiltração subsuperficial é a existência de pelo menos 1,0 m de separação entre o fundo do dispositivo e o primeiro estrato impermeável ou o nível d'água (Woods Ballard et al., 2015; Zimmer et al., 2007). Abaixo desse limiar, a capacidade

de armazenamento e filtração é insuficiente e há risco de contaminação do aquífero. A condutividade hidráulica do solo, diretamente relacionada à textura, é o segundo parâmetro determinante: argilas têm Ks < 0,003 mm/h, areias/siltes têm Ks de 0,36 a 36 mm/h, enquanto pedregulhos ultrapassam 3600 mm/h (Rawls et al., 1983; Das, 2014).

No contexto brasileiro, Souza, Cruz e Tucci (2012) sistematizaram as técnicas LID aplicáveis ao Brasil, destacando que a avaliação geotécnica prévia é etapa fundamental para a seleção de dispositivos. A Norma de Referência ANA nº 12/2025 estabelece a necessidade de zoneamento de aptidão do solo como etapa prévia ao Plano Diretor de Drenagem Urbana.

3 - METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo e Base de Dados

A área de estudo é a malha urbana de Riachão do Jacuípe, BA. Os dados geotécnicos provêm de 260 sondagens a trado (ST-01 a ST-260), realizadas em 2014–2015 pela empresa ENGEPROL. Os boletins registraram profundidade de impenetrabilidade, classificação tátil-visual do material por camada, início e fim de cada camada e nível d'água. As coordenadas UTM (SIRGAS 2000 / Zona 24S, EPSG:31984) foram extraídas do arquivo de projeto DWG pelo comando DATAEXTRACTION do AutoCAD.

3.2 Processamento da Base de Dados

Os boletins de sondagem, produzidos originalmente em formato de relatório gráfico distribuído em abas de planilha eletrônica, foram submetidos a um processo sistemático de extração, organização e verificação de dados.

A profundidade de cada camada foi determinada proporcionalmente à sua representação no boletim em relação à profundidade total investigada. O conjunto de dados resultante foi consolidado em uma tabela única, contendo 422 registros de camadas provenientes das 260 sondagens, com campos de identificação da sondagem, profundidade inicial, profundidade final, espessura, tipo de solo e presença de nível d'água. As coordenadas planas de cada ponto de sondagem, obtidas a partir da planta de locação do projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário, georreferenciada no sistema SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S (EPSG:31984), foram associadas aos respectivos registros geotécnicos, vinculando cada sondagem ao seu posicionamento espacial na malha urbana.

3.3 Sistema de Pontuação Multicritério

Foram definidas duas notas ordinais (1 a 5, do mais restritivo ao mais favorável): Nota de Profundidade (NP) e Nota de Textura (NT). A NP foi atribuída à sondagem com base na profundidade total atingida (Tabela 1). A NT foi atribuída com base na pior textura encontrada no perfil – critério

conservador que considera o horizonte menos permeável como barreira ao fluxo descendente (Tabela 2).

Tabela 1. Critérios de pontuação da Nota de Profundidade (NP)

Prof. Total da Sondagem (m)	Nota	Interpretação Técnica
< 0,50	1	Inviável – espessura insuficiente para qualquer dispositivo de infiltração
0,50 – 0,99	2	Aptidão Restrita – não atende ao requisito mínimo de 1,0 m de separação (CIRIA, 2015)
1,00 – 1,49	3	Aptidão Moderada – atende ao mínimo com margem operacional reduzida
1,50 – 1,99	4	Aptidão Alta – permite implantação de dispositivos rasos e de média profundidade
≥ 2,00	5	Aptidão Plena – permite sistemas de maior capacidade de armazenamento

Fonte: Adaptado de Woods Ballard et al. (2015) e Zimmer et al. (2007).

Tabela 2. Critérios de pontuação da Nota de Textura (NT)

Tipo de Solo (classificação tátil-visual)	Nota	Permeabilidade Relativa (Rawls et al., 1983; Das, 2014)
Argila / material impenetrável	1	Muito baixa (Ks < 0,01 mm/h)
Argila siltosa	2	Baixa (Ks 0,01–0,10 mm/h)
Silte argiloso / Silte argiloso c/ muita areia	3	Moderada (Ks 0,10–1,0 mm/h)
Silte arenoso	4	Boa (Ks 1,0–10 mm/h)
Pedregulho (miúdo, graúdo ou areia grossa)	5	Excelente (Ks > 10 mm/h)

Fonte: Adaptado de Rawls et al. (1983), Das (2014) e Woods Ballard et al. (2015).

3.4 Matriz de Aptidão SuDS

As duas notas foram cruzadas na Matriz de Aptidão (Tabela 3), resultando em quatro Classes SuDS com hierarquia de restrições: Classe IV prevalece quando NA < 1,0 m; Classe III para NP ≤ 2 ou NT ≤ 2; Classe I quando NP ≥ 4 e NT ≥ 4; demais combinações resultam em Classe II.

Tabela 3. Matriz de Aptidão para Dispositivos de Controle na Fonte

Classe	Critério	Diagnóstico	Técnicas Indicadas
I – Aptidão Alta	NP ≥ 4 E NT ≥ 4	Solo profundo e granular	Poço/trincheira de infiltração; pavimento permeável com infiltração total (Tipo A)

II – Aptidão Moderada	NP = 3 (qualquer NT) ou NP ≥ 4 com NT = 3	Infiltração possível com restrições	Jardim de chuva; vala vegetada (swale); bacia de infiltração ampla (Tipo B)
III – Aptidão Restrita	NP ≤ 2 ou NT ≤ 2	Solo raso ou muito argiloso	Microrreservatório de detenção; pavimento permeável sem infiltração; bacia seca (Tipo C)
IV – Inviável	NA < 1,0 m	Lençol freático raso	Telhado verde; cisterna; armazenamento superficial

Fonte: Adaptado de Woods Ballard et al. (2015).

3.5 Geração dos Mapas no QGIS

A geração dos mapas temáticos foi realizada no software QGIS, plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG) de código aberto. Para cada parâmetro analisado, Nota de Profundidade, Nota de Textura e Classe SuDS, foi organizado um arquivo de texto estruturado contendo três colunas: as coordenadas planas X e Y, obtidas a partir da localização de cada ponto de sondagem na planta georreferenciada do projeto, e a coluna Z, preenchida com o valor da nota ou da classe correspondente ao parâmetro em análise. Foram produzidos três conjuntos de dados independentes, cada um representando uma variável distinta, importados no QGIS como camadas de pontos vetoriais com Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000/UTM Zona 24S (EPSG:31984).

A distribuição espacial contínua dos valores pontuais foi obtida por interpolação pelo método de krigagem, aplicado individualmente a cada conjunto de dados. O método da krigagem, descrito por Vieira et al. (1983) no contexto da variabilidade espacial de dados geoestatísticos, estima o valor em qualquer ponto não amostrado como média ponderada dos valores observados nos pontos vizinhos, atribuindo pesos inversamente proporcionais à distância. A interpolação gerou superfícies raster contínuas para cada parâmetro, a partir das quais foram extraídas as isolinhas correspondentes. As superfícies e as isolinhas foram sobrepostas à malha viária e cadastral da cidade, produzindo três mapas temáticos independentes: Mapa de Nota de Profundidade, Mapa de Nota de Textura e Mapa de Aptidão SuDS. A escala de cores adotada em todos os mapas segue gradiente divergente de cores.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Geotécnica

A profundidade média das sondagens foi de 1,29 m (σ = 0,52 m; mediana 1,35 m; mín. 0,42 m; máx. 3,23 m). Esses valores evidenciam o solo raso característico do embasamento cristalino pré-cambriano da região (Brito Neves et al., 2014). O Silte arenoso domina 65,9% das 422 camadas registradas, seguido pelo Silte argiloso (30,3%); pedregulhos foram identificados em apenas 2,8%

das camadas. Seis sondagens (2,3%) apresentaram nível d'água, com profundidades de 0,30 m a 2,06 m.

4.2 Notas de Profundidade e Textura

A Tabela 4 apresenta a distribuição das notas. A de Profundidade 2, faixa de 0,50 a 0,99 m, foi a mais frequente (34,6%), indicando que a maioria das sondagens não atende ao critério mínimo de 1,0 m livre. Em contrapartida, a Nota de Textura 4 (Silte arenoso) concentrou 65,4% dos pontos. Esse contraste revela o paradoxo geotécnico da área: o solo possui boa condutividade hidráulica, mas não há espessura suficiente para instalar a maioria dos dispositivos. A combinação NP = 2 e NT = 4, solo permeável mas raso demais, ocorre em 29,6% das sondagens (77 pontos), sendo a mais frequente de todo o levantamento.

Tabela 4. Distribuição das Notas de Profundidade e Textura por sondagem

Nota (Profundidade)	N (Prof.)	% (Prof.)	Nota (Textura)	N (Text.)	% (Text.)
1	6	2,3	1	1	0,4
2	90	34,6	2	1	0,4
3	70	26,9	3	84	32,3
4	64	24,6	4	170	65,4
5	30	11,5	5	5	1,9
Total	**260**	**100,0**	**Total**	**260**	**100,0**

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Classes de Aptidão SuDS

A Tabela 5 apresenta os resultados da Matriz de Aptidão. A Classe II predomina (44,6%), seguida pela Classe III (36,9%) e Classe I (18,1%). Somando Classes III e IV, 37,3% dos pontos não permitem infiltração direta, exigindo sistemas do Tipo C com microrreservatório de detenção.

Tabela 5. Distribuição das sondagens por Classe de Aptidão SuDS

Classe SuDS	N.° Sondagens	Percentual (%)	Estratégia de Controle
I – Aptidão Alta	47	18,1	Infiltração total (Tipo A)
II – Aptidão Moderada	116	44,6	Infiltração rasa/parcial (Tipo B)
III – Aptidão Restrita	96	36,9	Microrreservatório (Tipo C)
Total	**260**	**100,0**	–

Fonte: Elaborado pelo autor.

O caso das sondagens com pedregulho ilustra a importância do critério duplo: a ST-52, com pedregulho (NT = 5) e lençol a 0,30 m, foi classificada como Classe IV. Qualquer dispositivo de

infiltração nesse ponto não só falharia operacionalmente como introduziria água pluvial com carga de poluentes diretamente no aquífero, violando o critério de separação de Woods Ballard et al. (2015)

4.4 Mapas de Aptidão

Os três mapas gerados– Nota de Profundidade (a), Nota de Textura (b) e Classe SuDs (Figura c), são apresentados nas figuras a seguir.

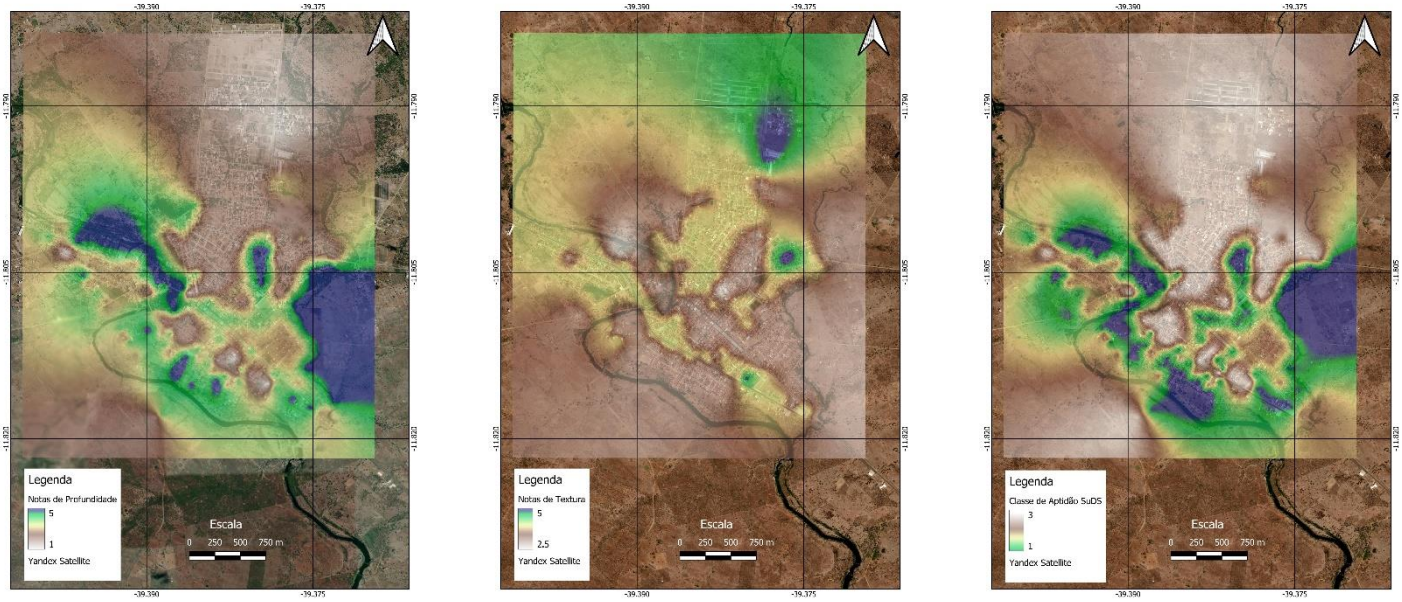


Figura 1 – Mapas temáticos gerados
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Mapa de Classe SuDs (c) revela uma divisão espacial clara: a porção sul e central com notas mais altas (Classe I e II), correspondendo a solos mais profundos, possivelmente associados a manto de intemperismo mais espesso ou à morfologia de fundo de vale aluvionar. A porção norte e nordeste é dominada pela Classe III, indicando solos rasos sobre embasamento rochoso.

O Mapa de Nota de Textura (b) apresenta distribuição relativamente uniforme, confirmando que a textura não é o fator diferenciador espacial da aptidão. Essa constatação tem implicação direta para o planejamento: a variável geográfica estruturante é a profundidade do solo, e o mapa de aptidão SuDS é, em essência, um mapa da espessura do manto de solo sobre o embasamento rochoso.

4.5 Pré-dimensionamento das tipologias SuDs

A partir do zoneamento estabelecido pela Matriz de Aptidão, que classificou o território da malha urbana de Riachão do Jacuípe nas classes I, II e III, propõe-se o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico das estruturas de controle na fonte. A modelagem hidrológica de um lote padrão de 250 m² evidenciou o impacto direto do processo de ocupação: a alteração do uso do solo (com transição do Curve Number natural de 78 para um cenário impermeabilizado de 84) elevou a

vazão de pico de 1,79 L/s, na condição de pré-urbanização, para 7,56 L/s na condição de pós-urbanização, configurando um aumento superior a 320% no deflúvio, para cálculo os parâmetros de chuva foram dados a partir da equação de chuva para Riachão do Jacuípe interpolada no software PLUVIO com período de retorno de 5 anos, e tempo de concentração de 5 minutos, a intensidade "i" calculada foi de 136,04 mm/h.

Para mitigar esse impacto e evitar a transferência de vazões excedentes para o sistema de macrodrenagem a jusante, o volume de projeto a ser amortecido na fonte foi fixado em 2,00 m³. Esse volume crítico foi estabelecido por meio do Método do Número de Curva (SCS-CN), conjugado com o Método das Chuvas, possuindo aplicabilidade validada para a modelagem do escoamento superficial em microbacias no semiárido.

Para a Classe I (Aptidão Alta), caracterizada por solos profundos e granulares que permitem boa taxa de infiltração, a técnica recomendada é o poço de infiltração. Considerando o volume útil de projeto e a adoção de anéis pré-moldados de concreto com diâmetro interno de 1,20 m, a área da base resulta em 1,13 m². Assumindo uma porosidade interna nula (poço vazio), a profundidade útil necessária para a estrutura (H) é regida por relação volumétrica direta:

$$H = \frac{V}{\eta \times A_p} = \frac{2{,}00}{1{,}0 \times 1{,}13} = 1{,}77\ m \qquad (1)$$

Aplicando os parâmetros descritos, obtém-se uma profundidade útil de 1,77 m. Recomenda-se, em projeto executivo, a execução de um poço com pelo menos 1,80 m de profundidade útil disponível, respeitando sempre a distância mínima de segurança em relação ao lençol freático, totalizando um volume de 2,03 m³.

Para a Classe II (Aptidão Moderada), onde a infiltração direta pode apresentar restrições pontuais, o jardim de chuva (célula de biorretenção) apresenta-se como solução adequada, por distribuir a lâmina d'água de forma horizontal. Adotando uma lâmina máxima de alagamento superficial (hp) de 0,20 m, uma profundidade de substrato modificado (hs) de 0,50 m e uma porosidade dos vazios (n) de 25%, o volume específico de armazenamento (Vesp) é expresso por:

$$V_{esp} = h_p + (h_s \times \eta) = 0{,}20 + (0{,}50 \times 0{,}25) = 0{,}325\ {}^{m^3}/_{m^2} \qquad (2)$$

O resultado aponta uma capacidade de retenção de 0,325 m³/m². Para mitigar o deflúvio crítico total de 2,00 m³, uma área de superfície de 6,15 m² (cerca de 2,5% da área do lote) destinada ao jardim de chuva é suficiente.

Na Classe III (Aptidão Restrita), caracterizada por solos mais rasos ou com predominância argilosa e alta impermeabilização, indica-se a implantação de microrreservatórios de detenção. O objetivo do dispositivo é promover o amortecimento do volume pluvial, restringindo a saída da água

e mantendo as vazões efluentes em valores estritamente iguais ou inferiores aos da pré-urbanização. O dimensionamento do orifício de saída é dado pela Equação de Torricelli:

$$Q = C_d \times A_0 \times \sqrt{(2 \times g \times H_{\max})} \quad (3)$$

Considerando a vazão de restrição de 1,79 L/s (0,00179 m³/s) calculada para a condição natural do lote, um coeficiente de descarga (Cd) igual a 0,60 e uma altura máxima da lâmina d'água (Hmax) de 1,00 m no reservatório, a área do orifício de saída (Ao) resulta em 0,000673 m², equivalente a um diâmetro de estrangulamento de aproximadamente 29 mm. Na prática de engenharia, adota-se um orifício de 30 mm para garantir o controle eficiente dos picos de escoamento e reduzir o risco de obstruções do sistema, dimensões finais de 3,0x1,0x0,7 m e volume útil total de 2,10 m³.

5 - IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO URBANO

A zona de Classe I (sul/centro) é prioritária para programas municipais de incentivo à implantação voluntária de dispositivos no lote privado: nessa zona, poços de infiltração, trincheiras e pavimentos permeáveis com infiltração total (Tipo A) geram o maior retorno hidrológico por unidade de investimento. A zona de Classe II, na transição, é adequada a jardins de chuva rasos e valas vegetadas (swales) lineares ao longo das vias, que distribuem o volume por uma área maior e retardam o tempo de concentração da bacia (Souza, Cruz e Tucci, 2012).

A zona de Classe III, dominante nas regiões norte e nordeste, requer necessariamente sistemas do Tipo C com microrreservatório. O CIRIA SuDS Manual (Woods Ballard et al., 2015) recomenda que nesses casos o dispositivo funcione como reservatório temporário: a água infiltra parcialmente e o excedente é liberado lentamente para a rede pública através de orifício de restrição, reduzindo assim o pico de vazão.

A metodologia aqui descrita é compatível e replicável em qualquer município que possua laudos de sondagem a trado ou a percussão, o que inclui centenas de municípios que possuam dados de sondagem.

6 - CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu e aplicou um instrumento de planejamento e gestão para soluções SuDS de controle na fonte na área urbana de Riachão do Jacuípe, com base em 260 sondagens a trado. Os principais resultados são: (i) a profundidade do solo é o fator dominante da aptidão – não a textura; (ii) apenas 36,2% das sondagens atingiram 1,5 m ou mais de solo livre; (iii) 44,6% dos pontos são Classe II (Tipo B), 36,9% Classe III (Tipo C) e 18,1% Classe I (Tipo A); (iv) os mapas de isolinhas revelam zonação espacial clara, com melhores aptidões concentradas na porção sul da malha urbana.

O instrumento é replicável e de baixo custo, pois utiliza dados geotécnicos já existentes. Como trabalhos futuros, recomenda-se: integração de ensaios de permeabilidade in situ para calibração das notas de textura; cruzamento com o mapa de impermeabilização urbana para estimativa do potencial de redução de escoamento; e dimensionamento hidráulico de dispositivos-piloto por classe de aptidão para validação em escala real para lotes individuais.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Norma de Referência nº 12/2025: Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Brasília: ANA, 2025.

BRITO NEVES, B. B. et al. Mapa geológico e de recursos minerais do estado da Bahia. Salvador: CPRM, 2014.

CID, C. V. et al. Avaliação do desempenho de jardins de chuva no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 24, e22, 2019.

DAS, B. M. Fundamentos de engenharia geotécnica. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015.

MIGUEZ, M. G. et al. Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

RAWLS, W. J.; BRAKENSIEK, D. L.; SAXTONN, K. E. Estimation of soil water properties. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 25, n. 5, p. 1316-1320, 1983.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. Análise dos índices de extremos para o semiárido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 22, n. 3, p. 303-312, 2007.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 9-18, 2012.

TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 7-22, 2007.

WOODS BALLARD, B. et al. The SuDS Manual. London: CIRIA, 2015. (CIRIA C753).

VIEIRA, S. R. et al. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. Hilgardia, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

ZIMMER, E. et al. Source control using constructed pervious surfaces. London: CIRIA, 2007. (CIRIA C582).