



CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO PARA AUXILIAR EM PROJETOS DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE EM PATOS – PB.

Soil infiltration capacity to assist in the design of smaller-scale wastewater treatment systems in Patos, Paraíba, Brazil.

Capacidad de infiltración de suelos para ayudar en proyectos de sistemas de tratamiento de aguas residuales más pequeños en Patos – PB.

Autor1. Bruno Nicolau de Lima. Graduação em Engenharia Civil. UNIFIP. E-mail:

brunolima@ec.fiponline.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5713-6149>

Autor2. Anunciada Cecília Maia dos Santos. Graduanda em Engenharia Civil. UNIFIP. E-

mail: anunciadasantos@ec.fiponline.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-7838-1153>

Autor3. Laryssa de Sousa Carneiro Nino. Graduanda em Engenharia Civil. UNIFIP. E-mail:

laryssacarneiro@ec.fiponline.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-6265-1323>

Autor4. Pablio da Silva Araujo. Engenheiro Civil. Doutor em Engenharia Civil e Ambiental.

UNIFIP. E-mail: pablioaraujo@fiponline.edu.br. Orcid: [https://orcid.org/0000-0002-5251-](https://orcid.org/0000-0002-5251-2484)

2484

Autor correspondente: Pablio da Silva Araujo. E-mail: pablioaraujo@fiponline.edu.br

DOI: 10.61223/coopex.v16i02.7006

Submetido: 14/11/2025

Aprovado: /1911/2025

Resumo

A coleta de esgoto ainda é uma realidade inalcançada por uma parcela significativa da população brasileira, quase 80 milhões de pessoas. Isso leva a essa parte esquecida da população a buscar outros meios acessíveis para afastar o esgoto produzido em suas residências, muitas vezes sendo realizado de forma irregular e que acarreta problemas ao ambiente e à comunidade local. O objetivo do estudo é avaliar a infiltração do solo como critério de escolha do método adequado de destinação do esgoto doméstico. Para tal, realizaram-se ensaios com o infiltrômetro de anel duplo em 5 pontos da cidade de Patos - PB, dividindo-os por zona geográfica. Como metodologia para análise dos dados utilizou-se as normas brasileiras além do Manual da FUNASA. Os resultados demonstraram que os solos possuem baixa capacidade de infiltração, assim como o seu coeficiente de infiltração, recebendo a classificação como impermeável ou semi-impermeável. Com os resultados pode-se obter a indicação de sistemas adequados para as condições dos solos, sendo eles as valas de filtração ou infiltração. Conclui-se, portanto, que, o estudo contribui para a adoção de sistemas de esgotamento sanitário eficazes e seguros para o solo, consequentemente, para o meio ambiente.

Palavras-Chave: Esgotamento sanitário, Infiltrômetro de anel duplo, Método de tratamento.

Abstract

Sewage collection is still a reality that has not been achieved by a significant portion of the Brazilian population, almost 80 million people. This leads this forgotten part of the population to look for other affordable means to remove the sewage produced in their homes, which is often carried out irregularly and causes problems for the environment and the local community. The objective of the study is to evaluate soil infiltration as a criterion for choosing the appropriate method for disposing of domestic sewage. To this end, tests were carried out with the double ring infiltrometer at 5 points in the city of Patos - PB, dividing them by geographic zone. As a methodology for data analysis, Brazilian standards were used in addition to the FUNASA Manual. The results demonstrated that the soils have a low infiltration capacity, as well as their infiltration coefficient, being classified as impermeable or semi-impermeable. With the results, it is possible to indicate suitable systems for soil conditions, such as filtration or infiltration ditches. It is concluded, therefore, that the study contributes to the adoption of effective and safe sewage systems for the soil, and consequently, for the environment.

Keywords: Sewage system, Double ring infiltrometer, Treatment method.

Resumen

La recogida de aguas residuales sigue siendo una realidad que no ha sido alcanzada por una parte importante de la población brasileña, casi 80 millones de personas. Esto lleva a esta parte olvidada de la población a buscar otros medios asequibles para eliminar las aguas residuales producidas en sus hogares, lo que muchas veces se realiza de forma irregular y causa problemas al medio ambiente y a la comunidad local. El objetivo del estudio es evaluar la infiltración del suelo como criterio para elegir el método adecuado para la eliminación de aguas residuales domésticas. Para ello se realizaron pruebas con el infiltrómetro de doble anillo en 5 puntos de la ciudad de Patos - PB, dividiéndolos por zona geográfica. Como metodología para el análisis de los datos se utilizaron las normas brasileñas además del Manual de FUNASA. Los resultados demostraron que los suelos tienen una baja capacidad de infiltración, así como su coeficiente de infiltración, clasificándose como impermeables o semiimpermeables. Con los resultados es posible indicar sistemas adecuados a las condiciones del suelo, como filtración o zanjas de

infiltración. Se concluye, por tanto, que el estudio contribuye a la adopción de sistemas de alcantarillado eficaces y seguros para el suelo y, en consecuencia, para el medio ambiente.

Palabras clave: Sistema de alcantarillado, Infiltrómetro de doble anillo, Método de tratamiento.

Introdução

O saneamento básico é fundamental para garantir a saúde das pessoas e proteger o meio ambiente. Uma parte importante desse processo é a destinação correta do esgoto doméstico que, não sendo tratado de forma adequada, pode trazer riscos à saúde pública e ao meio ambiente, como doenças infecciosas, contaminação do solo e das águas superficiais e subsuperficiais. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2022), a falta de saneamento adequado é uma das principais causas de doenças transmitidas pela água, como esquistossomose, malária, hepatite, cólera e diarreia. O Brasil em 2024, registrou mais de 344 mil internações por doenças de veiculação hídrica segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2024).

No Brasil, apesar dos avanços na distribuição da rede coletora de esgoto, 39,27% da população ainda não é atendida por esse serviço, o que resulta em pouco mais de 79 milhões de pessoas. Na Paraíba esse número é ainda maior, visto que apenas 40,02%, e em Patos apenas 13,36% do esgoto é coletado (SNIS, 2022). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2022), isso acontece, no geral, pela expansão das cidades, especialmente nas áreas periféricas, onde o crescimento ocorre de forma desordenada e sem planejamento.

Diante disso, observa-se que a destinação dos resíduos líquidos gerados pela população é essencial, embora nem sempre ocorra de forma adequada. Em muitos casos, o esgoto é descartado por meio de fossas rudimentares, lançado diretamente em córregos e rios, ou até mesmo a céu aberto (Jordão; Pessôa, 2017). Uma alternativa viável para enfrentar esse problema são os sistemas de tratamento e deposição de esgoto de menor porte, como os tanques sépticos com sumidouro e as valas de filtração e infiltração, que se destacam por sua viabilidade e baixo custo de instalação (Sampaio, 2009). No entanto, para que esses sistemas funcionem, é

importante realizar uma análise detalhada do solo, especialmente quanto à sua capacidade de infiltração, garantindo assim o uso adequado e sustentável do sistema.

A infiltração é o processo no qual a água passa da superfície para o interior do solo e se move pelos espaços vazios existentes entre as suas partículas sólidas. O mesmo entendimento pode ser aplicado ao que acontece com os efluentes, que são os resíduos líquidos do esgoto.

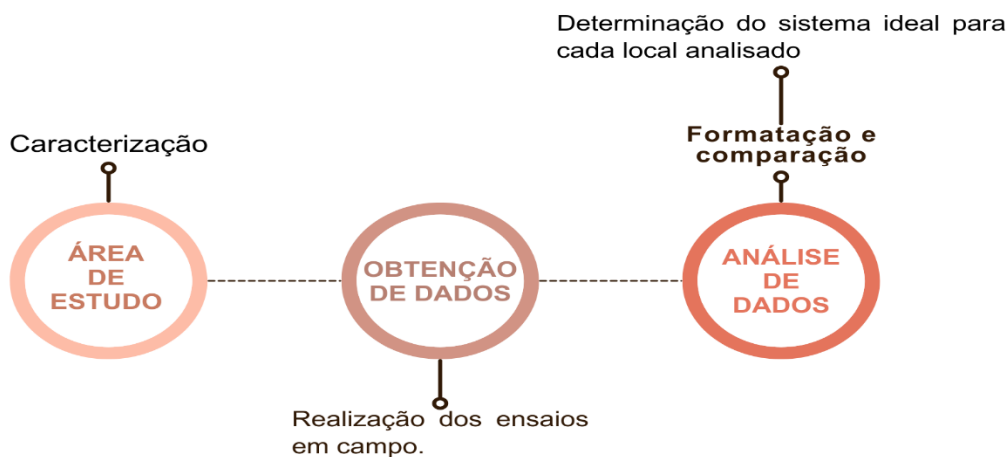
Esse processo depende de características tanto do solo, como o seu tipo, sua porosidade, a sua densidade e o seu teor de umidade, quanto do ambiente, como cobertura superficial, vegetação, clima e temperatura, como também das características do esgoto, podendo ser mais fluido ou mais espesso, entre outros. Avaliar essas características é fundamental para garantir que o esgoto seja bem absorvido pelo solo, sem poluir as águas subterrâneas ou os rios e lagos da região (Silveira; Louzada e Beltrame, 2015).

A capacidade de infiltração do solo é determinante na escolha do método de tratamento e disposição final do esgoto. No entanto, a variabilidade dos tipos de solo e a falta de dados específicos dificultam a escolha de soluções eficientes e sustentáveis. Com isso, faz-se necessário avaliar a capacidade de infiltração do solo da região de Patos – PB tendo como critério de escolha para determinação do método mais adequado para destinação do esgoto doméstico.

Método

A pesquisa se baseou em revisões bibliográficas, voltadas para normas brasileiras e manuais, e em teses e dissertações acadêmicas. As principais referências utilizadas para delineamento dos métodos empregados nesta pesquisa trabalho foram a NBR 17076 (ABNT, 2024), e o Manual de Saneamento da FUNASA (Ministério da saúde, 2019). Conforme a Figura 1, observa-se os procedimentos metodológicos seguidos, assim como, as etapas adotadas para alcançar os objetivos do trabalho.

Figura 1. Fluxograma das atividades

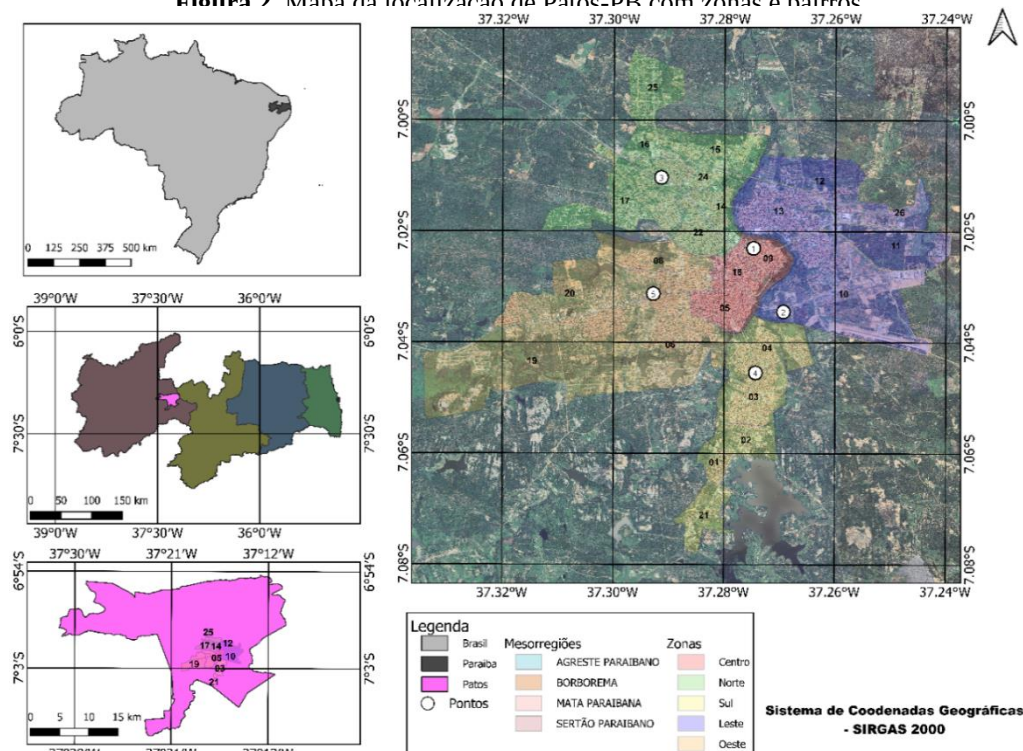


Fonte: Os autores (2025)

ÁREA DE ESTUDO – CARACTERIZAÇÃO

O município de Patos-PB está inserido na mesorregião do Sertão Paraibano (Figura 2), sob as coordenadas geográficas 07°01'32"S e longitude 37°16'40"O. O município faz divisa com São José de Espinharas e São Mamede ao norte; São José do Bonfim e Mãe d'Água ao sul; Quixaba e Cacimba de Areia a leste; e Santa Terezinha e Malta a oeste (Francisco, 2022). Patos-PB está localizada a aproximadamente 305 km da capital do estado, João Pessoa, com acesso principal pela rodovia BR-230. Segundo o Censo do IBGE (2022), a população do município é de aproximadamente 103.000 habitantes, distribuídos por uma área de 472,89 km².

Figura 2 Mapa da localização de Patos, PB com zonas e bairros



Fonte: Os autores (2025)

Conforme pode ser visto na Figura 2, o município é separado em 5 zonas geográficas e composto por 26 bairros: Centro (Brasília, Santo Antônio e Centro), Zona Leste (Ana Leite, Jardim Assunção, Salgadinho, São Sebastião e Sete Casas), Zona Norte (Bela Vista, Belo Horizonte, Dos Estados, Distrito Industrial, Jardim Europa, Jardim Magnólia, Noé Trajano e Novo Horizonte), Zona Oeste (Bivar Olinto, Frei Damião, Liberdade, Maternidade e Morada do Sol) e Zona Sul (Alto da Tubiba, Jatobá, Jardim Santa Cecília, Monte Castelo e Nova Conquista), divisão está de acordo com a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Patos (SEINFRA, 2023).

Utilizando-se da classificação climática de Köppen, observou-se que o município possui clima semiárido quente, com a precipitação média anual de 725 mm, registrando os maiores valores de precipitação entre os meses de janeiro a abril (Alvares *et al.*, 2013). De acordo com os Normais Climatológicos (Período de 1990-2020) do Instituto Nacional de Meteorologia, o município possui temperatura média fica de 28°C e precipitação média de 1000 mm (INMET,

2025). A vegetação predominante é a Caatinga, e o relevo caracteriza-se por altitudes entre 240 e 580 metros, apresentando um perfil ondulado a suavemente ondulado, com declividade moderada a baixa (Menezes *et al.*, 2015).

OBTENÇÃO DE DADOS – ENSAIOS DE CAMPO

Para obtenção de dados, foram realizados ensaios de infiltração com anel duplo em cada zona geográfica do município, o que possibilitou o cálculo da capacidade de infiltração. A constituição do instrumento do ensaio pode ser observada na Figura 3. O ensaio por não possuir normatização brasileira, seguiu-se, portanto, a norma D3385 (ASTM, 2018).

Figura 3. Infiltrômetro de anel duplo



Fonte: Os autores (2025)

A realização do ensaio seguiu os seguintes procedimentos: *i)* Escolha do local e limpeza da superfície do solo a fim de retirar resíduos ou outros materiais, como vegetação; *ii)* Cravação dos anéis, por meio de pressão manual ou com auxílio de alguma ferramenta de cravação.

Os anéis devem ser posicionados de forma concêntrica e nivelados; *iii)* Inserção de sacola plástica e preenchimento com água do anel interno; *iv)* Preenchimento com água do anel externo. Finalizadas essas etapas, retirou-se a sacola plástica do anel interno e as leituras foram realizadas a cada 5 minutos neste anel. Como critério de parada, estabeleceu-se um tempo de 60 a 120 minutos ou após obter três leituras iguais subsequentes.

Durante a realização dos ensaios registrou-se as coordenadas geográficas de cada ponto; o horário de início de cada ensaio, respeitando o intervalo de leituras adotado; e a altura inicial da lâmina d'água no anel interno. A altura da lâmina d'água foi computada, sendo marcada em ordem decrescente, o que resultou posteriormente na curva de valor acumulado de infiltração.

Outros dados foram registrados para cada ponto: a Velocidade de Infiltração média inicial (V_{Im_i}), velocidade essa que ocorreu no primeiro intervalo de medição (5 minutos), para obtenção do resultado em cm/h; a Velocidade de Infiltração média final (V_{Im_f}), assim como a anterior, difere no fato de ser a última verificação da altura e o tempo, sendo 10 minutos; a Velocidade de Infiltração Básica (VIB), assim obtendo o valor em mm/h; a Velocidade de Infiltração acumulada (V_{Ia}), semelhante a V_{Im_i} na forma de realização do cálculo, mudando apenas os valores de entrada, sendo o valor acumulado da infiltração e o tempo de 60 minutos, seu resultado também dado em cm/h; o Coeficiente de infiltração (C_i), calculado a partir do tempo necessário para que infiltre 1 cm de água no solo, sendo utilizado os valores obtidos a partir das 2 ou 3 medições finais do ensaio, para melhor retratar a infiltração durante a constância.

Obtidos os dados em campo, foi possível elaborar as curvas de Velocidade de Infiltração (V_{Ia}) e Infiltração acumulada (Ia).

ANÁLISE DE DADOS

Com os dados obtidos em campo calculou-se a Velocidade de Infiltração média inicial e final (V_{Im}) por meio da Equação 1, e a Velocidade de Infiltração acumulada (V_{Ia}) por meio da Equação 2. Pode-se também definir os valores da Velocidade de Infiltração Básica (VIB), quando o ensaio apresentava valores de diminuição da lâmina de água constantes.

$$V_{Im} = (I/T) \times 60 \quad (\text{cm/h}) \quad (\text{Equação 1})$$

$$V_{Ia} = (\Delta I / \Delta T) \times 60 \quad (\text{cm/h}) \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

I = infiltração (cm);

T = tempo (minutos);

ΔI = Infiltração acumulada (cm);

ΔT = Tempo acumulado (60 minutos).

A classificação do solo, a partir dos valores da VIB em função da textura, foi definida baseando-se na metodologia de Bernado, Soares e Mantovani (2006), especificados na Tabela 1.

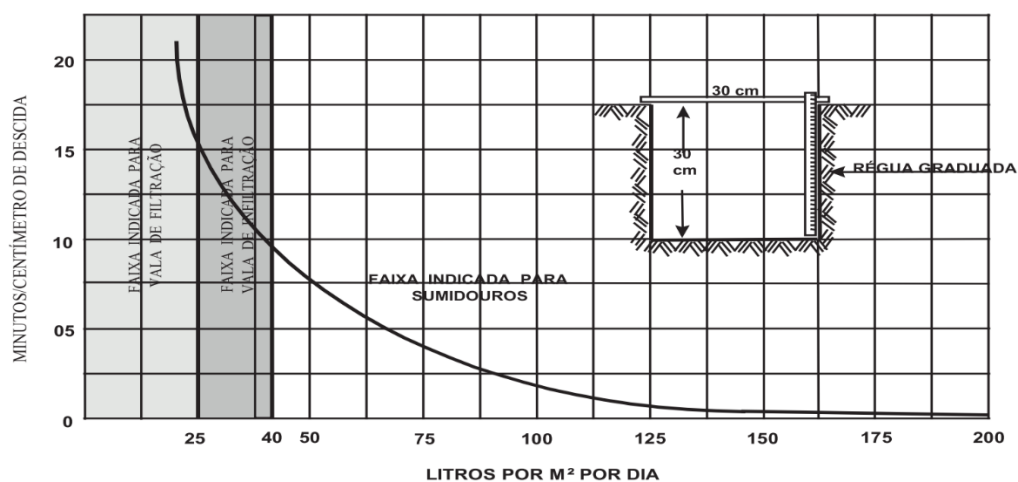
Tabela 1. Classificação do solo pela VIB de acordo com a textura

VIB muito alta	> 30 mm/h	Arenosa	25 - 250 mm/h
VIB alta	15 - 30 mm/h	Franco-arenosa	13 - 76 mm/h
VIB média	5 - 15 mm/h	Franco-arenosa-argilosa	5 - 20 mm/h
VIB baixa	< 5 mm/h	Franco-argilosa	2,5 - 15 mm/h

Fonte: Bernardo; Soares e Mantovani (2006)

A definição do melhor sistema individual de destinação do esgoto pode ser feita por meio do Coeficiente de infiltração (C_i) que “representa o número de litros que 1 m² de área de infiltração do solo é capaz de absorver em um dia” (Ministério da Saúde, 2019). O seu valor pode ser obtido graficamente (Figura 4) ou analítico pela Equação 3. Nas duas situações deve-se possuir o tempo em minutos necessário para infiltrar 1 cm de lâmina d’água no solo analisado.

Figura 4. Determinação do Coeficiente de Infiltração



Fonte: Jordão e Pessôa (2017)

$$C_i = \frac{490}{(t + 2,5)} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

t = tempo de percolação de 1 cm (minutos).

C_i = Coeficiente de infiltração (litros/m². dia).

Com o valor encontrado do Coeficiente de Infiltração é possível determinar o tipo de absorção relativa do solo, conforme a Tabela 2, além da indicação do tipo de solo.

Tabela 2. Absorção relativa do solo

Tipos de solos	Coeficiente de infiltração (litros/m².dia)	Absorção relativa
Areia bem selecionada e limpa, variando a grossa com cascalho.	Maior que 90	Rápida
Areia fina, silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas, variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Menor que 20	Impermeável

Fonte: Ministério da saúde (2019)

ESPECIFICAÇÃO DA FORMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Sabendo que a FUNASA (Ministério da saúde, 2019) traz disposto algumas indicações para a forma de tratamento de esgoto, tomando como parâmetro final a absorção relativa do solo, observou-se que:

- Para a construção de um sumidouro: a absorção relativa deverá ser classificada como rápida ou média;
- Para valas de filtração ou infiltração: a absorção relativa deverá ser vagarosa ou Semi-impermeável.

Discussão

Os ensaios foram realizados em 5 pontos da cidade de Patos, nos bairros Brasília (Centro/Ponto 1), Salgadinho (Zona Leste/Ponto 2), Belo Horizonte (Zona Norte/ Ponto 3), Monte Castelo (Zona Sul/Ponto 4) e Bivar Olinto (Zona Oeste/ Ponto 5). Com os dados de campo obtiveram-se os seguintes parâmetros conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Dados obtidos nos ensaios

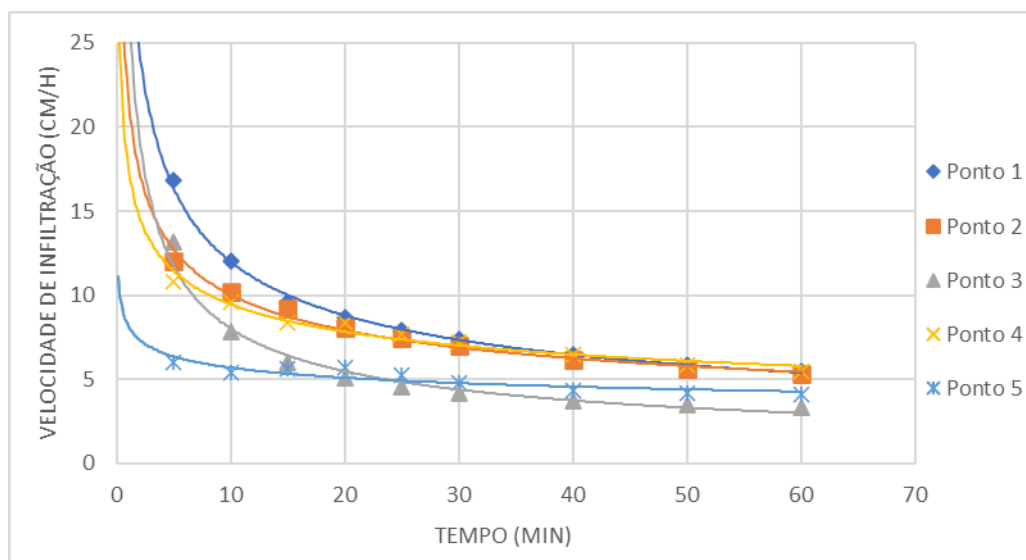
Ponto	Coordenadas Geográficas		VIm _i (cm/h)	VIm _f (cm/h)	Ia (cm) = VIa (cm/h)	VIB (mm/h)	Ci (litros/ m ² .dia)
	Latitude (S)	Longitude (O)					
1	07°01.383'	37°16.484'	16,8	3,6	5,5	36,0	25,56
2	07°02.069'	37°16.160'	12,0	3,6	5,3	36,0	25,56
3	07°00.620'	37°17.485'	13,2	2,4	3,3	24,0	17,82
4	07°02.728'	37°16.461'	10,8	3,6	5,6	37,8	25,56
5	07°01.875'	37°17.569'	6,0	3,6	4,1	34,2	25,56

Fonte: Os autores (2025)

Como observado na Tabela 3, a VIm_i apresentou uma maior diferença entre os pontos 1 e 5, uma vez que, no primeiro foi de 16,8 cm/h, enquanto no ponto 5 foi de apenas 6 cm/h. No entanto observa-se que, as suas VIm_f foram iguais a 3,6 cm/h, exceto para o ponto 3, onde observou-se apenas 2,4 cm/h. A VIB apresentou valores de 36 mm/h para os pontos 1 e 2, 24 mm/h para o ponto 3, 37,8 mm/h e 34,2 mm/h para os pontos 4 e 5.

Outro dado obtido a partir dos números de campo foi a VIa, ela atingiu valores de 5,5 cm/h nos pontos 1 e 4, 5,3 cm/h no ponto 2, e 4,1 cm/h e 3,3 cm/h nos dois restantes, sendo o 5 e o 3, respectivamente. Todos esses valores podendo ser observados na Figura 5.

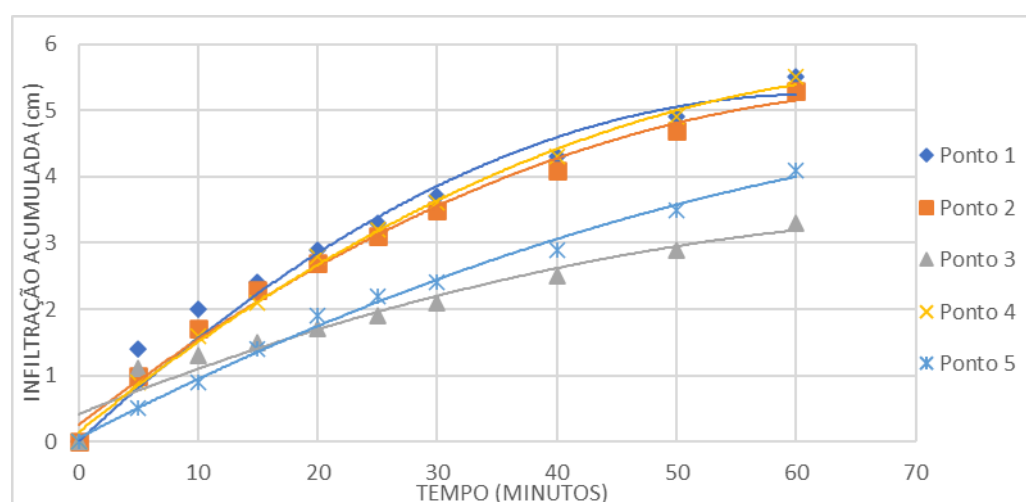
Figura 5. Velocidade de Infiltração acumulada (VIa)



Fonte: Os autores (2025)

Observou-se que, como o período de realização de cada ensaio foi de 60 minutos, consequentemente os valores encontrados para a Ia foram iguais aos valores da Via. A Figura 6 apresenta esses dados da Ia para cada ponto ensaiado.

Figura 6. Infiltração acumulada (Ia)



Fonte: Os autores (2025)

Além dos dados obtidos em campo, foi possível determinar o Coeficiente de infiltração (Ci), valor que foi igual a 25,56 litros/m². dia, para os ensaios dos pontos 1, 2, 4 e 5. Já para o ponto 3 esse valor foi de 17,82 litros/m². dia.

ESPECIFICAÇÃO DO MÉTODO DE DESTINAÇÃO DO ESGOTO

A partir dos dados obtidos e calculados após os ensaios, buscou-se indicar o método mais adequado de destinação do esgoto, tomando por base as especificações do Ministério da saúde (2019). A Tabela 4 apresenta um resumo dos dados obtidos.

Tabela 4. Resumo de dados e classificação do solo para os pontos de ensaio

Ponto	1	2	3	4	5
VIB (mm/h)	36		24	37,8	34,2
Textura do solo	Muito Alta		Alta	Muito Alta	Muito Alta
Ci (litros/m ² x dia)	25,56		17,82	25,56	
Sistema indicado (ábaco do Ci)	Vala de infiltração		Vala de filtração	Vala de infiltração	
Absorção relativa	Semi-impermeável		Impermeável	Semi-impermeável	
Tipo de solo com base no Ci	Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.		Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	
Sistema indicado (absorção relativa)	Vala de infiltração ou vala de filtração		Nenhum apropriado	Vala de infiltração ou vala de filtração	

Fonte: Os autores (2025)

Como pode ser observado na Tabela 4, as formas de destinação do esgoto, a partir do Ci, podem ser por meio de valas, seja de infiltração para os pontos 1, 2, 4 e 5, ou ainda de filtração para o ponto 3. Tomando como base a absorção relativa do solo, a indicação da

destinação do esgoto é mais flexível, sugerindo a vala de infiltração ou filtração para os pontos 1, 2, 4 e 5, exceto para o ponto 3, onde não seria adequado nenhum sistema seguindo condições naturais do terreno.

Considerações Finais

Como conclusão desse trabalho pode indicar que, a partir dos valores encontrados foi possível apontar qual o método viável para o solo de cada ponto ensaiado, mostrando os limites necessários de forma que sua aplicação seja eficaz e não acarrete riscos de contaminação do terreno. Dessa forma, os métodos adequados para os terrenos analisados em suas condições naturais são as valas de filtração e de infiltração. Vale salientar que, em nenhum dos pontos analisados indica-se a instalação de fossa séptica com sumidouro, por possuírem solos que apresentam baixa capacidade de infiltração.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 17076**, Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba. Atlas: Mapas Temáticos do Estado da Paraíba. Atualização do plano estadual de recursos hídricos da Paraíba 2020(PERH/PB). Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2020/03/PERH-Resumo-Executivo-mapas.pdf>>. Acesso em: 17 de outubro de 2024.

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba. Comitê Piranhas-Açu. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/pianco-piranhas-acu/>>. Acesso em: 18 outubro. 2024.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ASTM - American Society for Testing Materials. ASTM D3385 – 18. Standard Test Method for Infiltration Rate of Soils in Field Using Double-Ring Infiltrometer. West Conshohocken. In: Annual Book of ASTM Standards, 2020.

BENÍCIO, D. A.; CASTRO, A. A. B. C.; SILVA, J. F.; RODRIGUES, L. M. G.; SANTOS, D. S. **Distribuição espacial dos espaços verdes na cidade de Patos/PB**. In: SIMPÓSIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FIP. 3. ed. Patos: FIP, 2015.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: 8. ed. rev. e ampl. UFV, 2006.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Patos, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Neossolos Litólicos. **Bioma Caatinga**. Brasília: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/solos/neossolos/litolicos>>. Acesso em: 05 de novembro de 2024.

EVANGELISTA, Carlos Pereira. **Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anel em diferentes texturas de solos**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Zolin Lorenzoni. 2024. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano – Campus Posse, Posse-GO, 2024.

FRANCISCO, P. R. M. **Avaliação da dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do município de Patos - PB utilizando mapbiomas®**. Campina Grande: UFCG, 2022.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Bruno não cálcico. Fortaleza: FUNCEMA, 2014. Disponível em: <<http://www.funceme.br/?p=1012>>. Acesso em: 05 de novembro de 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/patos.html>>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil (1991-2020)**. Brasília: INMET, 2025. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 02 de junho de 2025.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

MARQUES, P. A. A. **Infiltração de água no solo**. USP, 2020. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5726048/mod_resource/content/0/Aula%204%20irrigacao%20iNFILTRA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, J. L. G.; LIMA, T. S. Variabilidade climática para o município de Patos, Paraíba, Brasil. **Revista Verde**, v.10, n.3, p 37-41, 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5. ed. Brasília: FUNASA, 2019.

OLIVEIRA, M. B.; Silva, W. A.; Silva, C. M.; VIANA, J. S.; FERREIRA, P. S. A.; SANTANA, J. S. Infiltração de água no solo utilizando infiltrômetros de duplo anel e simulador de chuvas no Cerrado Maranhense, Brasil. **Revista Caderno pedagógico**, Curitiba, v. 21. n2, p. (1-17), 2024.

ONU - Organização das Nações Unidas. Disponível em : <<http://www.onu-brasil.org.br>>. Acesso em : 08 de maio de 2025.

SAMPAIO, A. T. **Tratamento unifamiliar de esgotos domésticos pelo sistema de fossa séptica - valas de infiltração: Estudo de caso da pousada Verde Folhas**. Orientador: Prof. Marcos Von Sperling. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Tecnologia Ambiental) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos. Patos, 2023.

SILVA, J. M. **Mapa de Patos**. Patos: Câmara Municipal, 18 maio 2023. Figura. Disponível em: <<https://camarapatos.pb.gov.br/consultas/mapas-de-patos>>. Acesso em: 12 de outubro de 2024.

SILVEIRA, A. L.; LOUZADA, J. A.; BELTRAME, L. Infiltração e armazenamento no solo. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia ciência e aplicação. 4 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade da UFRGS/ ABRH, 2004.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Mapa de indicadores de esgoto**. Disponível em: <http://appsfnis.mdr.gov.br/indicadores-hmg/web/agua_esgoto/mapa-esgoto>. Acesso em 02 de junho de 2025.