

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA EM NITOSSOLO VERMELHO E ATERRO

*Study of the technical feasibility of septic tank deployment in
Nitisol Red and landfill*

*Estudio de factibilidad técnica del despliegue de fosa séptica
en Nitisol Rojo y terraplén*

Gustavo Henrique Andrade da Cruz¹
Hélio Silveira²
Maria Cleide Baldo³

Resumo

O conhecimento de metodologias adequadas para o dimensionamento de fossas sépticas ainda é muito pouco utilizado no Brasil. No entanto quando estas são aplicadas podem reduzir significativamente muitos problemas de ordem social e ambiental. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica de implantação de fossas sépticas/sumidouros em Nitossolo Vermelho e em uma área de aterro. Os ensaios foram realizados numa área de aproximadamente 1,32ha localizada no campus sede da Universidade Estadual de Maringá-PR. Para a realização dos ensaios de capacidade de infiltração e determinação da profundidade das fossas ou sumidouros foi aplicado a proposta metodológica estabelecida pela NBR 7229/93 da ABNT. Foi possível concluir que os valores médios do coeficiente de infiltração (C_i) variaram de 149,73 l/m².dia para o Nitossolo Vermelho e 116,88 l/m².dia para a área de aterro, indicando que houve uma redução de 28% na infiltração na área de aterro, implicando numa maior profundidade das fossas. O desvio padrão no Nitossolo Vermelho foi de 13,05 l/m².dia, enquanto que na área de aterro foi de 18,01 l/m².dia demonstrando que no conjunto dos dados os valores foram mais uniformes no Nitossolo, possivelmente por apresentar uma estrutura pouco alterada pela ação da compactação.

Palavras-chave: Saneamento; Dimensionamento; Coeficiente de infiltração.

Abstract

The knowledge of adequate methodologies for the design of septic tanks is still little used in Brazil. However, when these are applied, they can significantly reduce many social and environmental problems. The present work aimed to evaluate the technical feasibility of implanting septic tanks / sinks in Nitisol Red and in a Nitisol Red. The tests were carried out in an area of approximately 1.32ha located on the headquarters campus of the State University of

¹ Graduando em Geografia na Universidade Estadual de Maringá.

² Professor Doutor, Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá.

³ Professora Doutora, Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual de Maringá.

Maringá-PR. In order to carry out the infiltration capacity tests and determine the depth of the septic tank or sinks, the methodological proposal established by NBR 7229/93 of ABNT was applied. It was possible to conclude that the average values of the infiltration coefficient (C_i) varied from 149.73 l/m².day for Nitisol Red and 116.88 l/m².day for the landfill area, indicating that there was a reduction of 28 % in the infiltration in the landfill area, implying a greater depth septic tank. The standard deviation in the Nitisol Red was 13.05 l/m².day, while in the landfill area it was 18.05 l/m².day demonstrating that in the data set the values were more uniform in the Nitisol Red, possibly because it presents a structure little altered by the action of compaction.

Keywords: Sanitation; Dimensioning; Infiltration coefficient.

Resumen

El conocimiento de metodologías adecuadas para el diseño de fosas sépticas es todavía poco utilizado en Brasil. Sin embargo, cuando se aplican, pueden reducir significativamente muchos problemas sociales y ambientales. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica de la implantación de fosas sépticas/sumideros en Nitisol rojo y en un terraplén. Las pruebas se realizaron en un área de aproximadamente 1,32ha ubicada en el campus sede de la Universidad Estatal de Maringá-PR. Para realizar las pruebas de capacidad de infiltración y determinar la profundidad de las fosas o sumideros se aplicó la propuesta metodológica establecida por la NBR 7229/93 de ABNT. Se pudo concluir que los valores medios del coeficiente de infiltración (C_i) variaron entre 149,73 l/m².día para Nitisol rojo y 116,88 l/m².día para el área del vertedero, indicando que hubo una reducción de 28 % en la infiltración en la área del terraplén, lo que implica una mayor profundidad de las fosas. La desviación estándar en el Nitisol rojo fue de 13.05 l/m².día, mientras que en el área del terraplén fue de 18.05 l/m².día demostrando que en el conjunto de datos los valores fueron más uniformes en el Nitisol, posiblemente porque presenta una estructura poco alterada por la acción de la compactación.

Palabras clave: Saneamiento; Dimensionamiento; Coeficiente de infiltración.

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é marcado por uma grande desigualdade na distribuição do saneamento básico, mesmo apresentando melhorias gradativas desse serviço a cada ano.

Segundo Reani et al. (2006) um dos principais fatores da falta de saneamento básico no Brasil se deu pela mudança abrupta da população das áreas rurais para as áreas urbanas a partir do começo dos anos 60, tendo assim a expansão desordenada dos centros urbanos e das regiões periféricas, ocasionando uma crise urbana.

Com o crescimento desordenado das cidades foi muito comum à perfuração de fossas “negras” ou “rudimentares”, caracterizada pelo baixo custo e pela falta da rede de esgoto, utilizadas principalmente por famílias de baixa renda.

No Brasil 34,1 milhões de domicílios não tem serviço de esgotamento sanitário, o que representa 49,9% do total, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico-PNSB (2017), divulgada por Cabral (2020).

Segundo Agência Nacional de Águas, o lançamento do esgoto na água sem qualquer tratamento compromete a qualidade dos recursos hídricos o que traz consequências negativas para

a saúde da população. Para Junior et al. (2017) esse descarte incorreto também resulta na proliferação de microrganismos, nas quais em sua maioria são patogênicos, sendo prejudiciais à saúde humana através de doenças que possuem veiculação hídrica.

A insuficiência ou ausência de coleta e tratamento de esgoto causa impactos imensuráveis na sociedade. Portanto pensar numa solução de acordo com os padrões exigidos pela legislação num curto período de tempo seria necessário para desenvolver soluções eficazes para o enfrentamento do problema.

A fossa séptica não é a melhor opção, porém considerando o atual cenário da falta de serviço de esgotamento sanitário como os dados acima já mencionados, as mesmas se tornam uma alternativa, quando construídas dentro das normas técnicas determinadas, principalmente nas áreas rurais.

Vale destacar que estamos numa país de clima tropical, com solos muito intemperizados, ou seja, profundos e bem desenvolvidos e muito permeáveis. No Brasil predominam os Latossolos, Argissolos. As classes Latossolos e Argissolos ocupam aproximadamente 58% da área e são solos profundos, altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural e, em certos casos, com alta saturação por alumínio (EMBRAPA, 2018).

O Latossolo é a principal classe de solo encontrada no Paraná, sendo distribuído em 31% do território. Os Nitossolos predominam em 15% do estado, principalmente nas regiões de rochas basálticas, na porção norte, oeste e sudoeste do estado.

As características morfológicas, a drenabilidade e a profundidade efetiva destes solos propiciam a implantação de fossas sépticas, porém para sua implantação é necessário o dimensionamento correto da profundidade para evitar a contaminação do lençol freático. A construção de fossas “negras” ou “rudimentares” muito comuns até nos dias atuais e sem qualquer critério técnico, forneceu e ainda fornece o pensamento de que quanto mais profundo, maior será a qualidade e conseqüentemente a vida útil. Portanto quanto mais profundo a fossa/sumidouro estiver, mais próxima essa estará do lençol freático e maior será o risco de contaminação.

Alguns cuidados básicos, como distância da residência e do poço de água, da declividade do terreno, das características morfológicas dos solos, no local da implantação, nível do lençol freático e a taxa de infiltração, entre outras características precisam ser levadas em consideração, no momento da escolha do local a ser implantado a fossa séptica.

Portanto este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica de implantação de fossas sépticas/sumidouros em Nitossolo Vermelho e em uma área de aterro.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no campus sede da Universidade Estadual de Maringá-PR, que está localizada na zona norte da área urbana da cidade, mais especificamente entre as coordenadas 23°24'22.27" a 23°24'16.07" de latitude Sul e longitude de 51° 56'30.69" a 51° 56'31.67" Oeste. A área de pesquisa apresenta 1,32 ha e encontra-se no setor de média baixa vertente do campus da Universidade (Figura 1).

A tipologia climática da região Norte do Paraná onde está situado o município de Maringá, como Cfa (subtropical quente), por apresentarem temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, além de verões quentes com tendência de concentração das chuvas e invernos com geadas pouco frequentes, sem estação seca definida (CAVAGLIONE, et al., 2000).

A litologia encontrada no local é o basalto originado pelos derrames de lava da Formação Serra Geral, correspondente ao grande derrame jurássico - triássico da era mesozóica de rochas eruptivas básicas do Grupo São Bento (MINEROPAR, 2001).

O relevo varia de plano a suave ondulado, e em consequência da litologia e da classe de relevo, são encontrados os Latossolos Vermelhos Eutroféricos no topo da vertente, em relevo plano e o Nitossolos Vermelho Eutroféricos na média baixa vertente, em relevo suave ondulado. Ambos apresentam textura muito argilosa e são formados da alteração de rochas básicas (basalto).

A vegetação original que recobria toda a região era composta pela Floresta Estacional Semidecidual de acordo com Roderjan et al. (2002). Atualmente no município restam apenas alguns poucos relictos preservados dessa vegetação nativa.

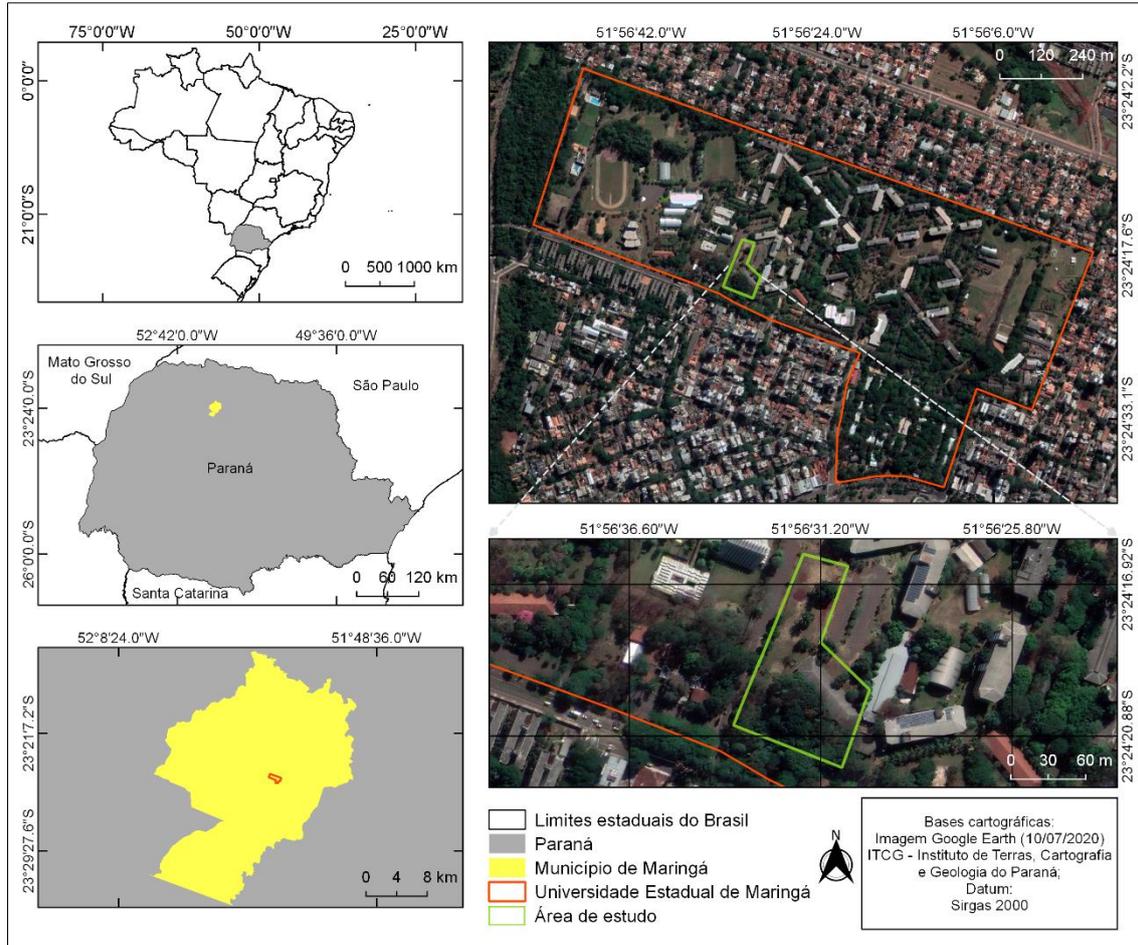
Para o desenvolvimento dessa pesquisa foi realizado os ensaios de capacidade de absorção do solo, conforme a NBR 7229/93 da ABNT, que estabelece no mínimo 1 teste de percolação para cada 0,6 ha. Foram realizados 10 ensaios na área de aterro e 10 em Nitossolo Vermelho de textura muito argilosa, no interior do campus sede de Universidade Estadual de Maringá totalizando uma área de 1,32 ha (Figura 1).

Para maiores esclarecimentos quanto ao tipo de aterro aqui apresentado, o mesmo se refere ao local onde foram destinados alguns resíduos sólidos da construção civil e em sua maioria terras retiradas de cortes de talude de dentro e do entorno da área de pesquisa, que foram compactados para a construção de prédios.

Para a execução dos ensaios de infiltração foi necessário proceder a abertura de uma cava de seção quadrada de 30cm de lado e 30cm de profundidade e no fundo foi colocado uma camada de 5cm de brita nº1 bem limpa. Em seguida a cava foi preenchida com água, e reabastecida sempre

que necessário quando o nível baixava, em virtude da infiltração do terreno. A operação se repetiu por várias vezes até que o nível de infiltração se tornasse o mais lento possível.

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: Os Autores.

Nesse momento foram iniciadas as leituras para quantificar o tempo de rebaixamento do nível da água dentro da cava, utilizando um cronômetro e uma escala graduada (régua) em cm, que foi colocada em uma das laterais da cava para medir o tempo gasto para baixar 1cm da água (Figura 2).

Quando esse tempo para o rebaixamento do nível de água na cava se tornou constante e as leituras se repetiram em pelo menos 3 vezes consecutivas, nesse momento foi determinado o tempo (t) de percolação. Se o solo saturar com um tempo de infiltração inferior a 1 minuto é necessário dividir esse tempo em segundos por 60 (1 minuto) para adicionar no tempo (t). De posse do tempo (t), pode-se determinar o coeficiente de percolação ou infiltração, através da equação (1)

ou do gráfico apresentado na Figura 2. Este procedimento simula as condições do terreno em épocas de chuvas intensas, quando o solo encontra-se saturado.

$$C_i = \frac{490}{t+2,5} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: C_i corresponde ao coeficiente de infiltração em litros/m².dia e;

t : corresponde ao tempo de percolação

Para o cálculo do dimensionamento do sumidouro ou fossa, segundo a NBR 7229/93, mesmo que o número de moradores numa casa seja pequeno deve-se considerar o número mínimo de 8 pessoas que irão contribuir com 1200 litros de efluentes por dia. Através desse valor do volume de efluente gerado diariamente, juntamente com o coeficiente de infiltração (C_i) é possível calcular a área necessária das paredes do sumidouro ou fossa através da equação (2).

$$A_f = \frac{V_e}{C_i} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: A_f corresponde a área por família em litros/m².dia e;

V_e : corresponde ao volume de efluente.

O último passo foi calcular a profundidade em metros do sumidouro ou fossa de forma cilíndrica que pode ser de 1,50m, 1,80m ou 2,00m de diâmetro, conforme utilizado nessa pesquisa. Através da equação (3) foi realizado esse cálculo:

Além da equação 3 que possibilita o dimensionamento da profundidade das fossas também pode se obter esse valor através da Tabela 1. Com os dados obtidos da equação 2, que determina a área por família (A_f), basta que se busque no eixo de Y (onde está presente o diâmetro das fossas) o diâmetro que se deseja construir e procurar na intersecção do valor mais próximo, do cálculo da área por família, e obter no eixo de X a profundidade estabelecida.

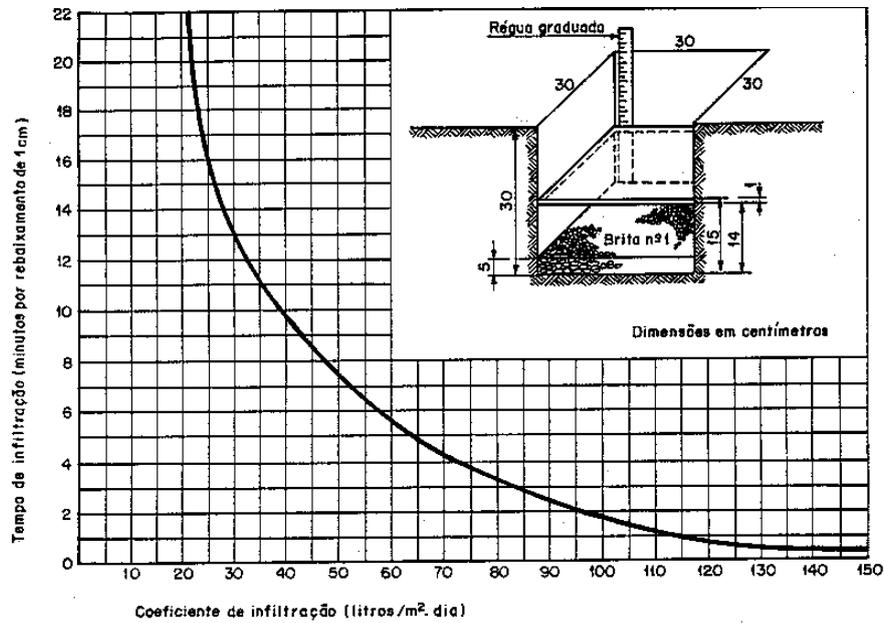
$$h = \frac{A_f}{\pi \cdot D} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: h corresponda a profundidade do sumidouro ou fossa

π é representado por 3.14...

D é definido como diâmetro da fossa ou sumidouro

Figura 2- Tempo de infiltração em 1cm e coeficiente de infiltração (Ci) em litros m².dia.



Fonte: NBR 7229/93.

Tabela 1 – Determinação da profundidade da fossa séptica.

Diâm (m)	Profundidade útil em metros													
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,25	2,50	2,75
1,00	3,14	3,45	3,76	4,08	4,40	4,71	5,02	5,34	5,65	5,97	6,28	7,07	7,85	8,64
1,10	3,45	3,80	4,15	4,49	4,84	5,18	5,53	5,87	6,22	6,56	6,91	7,77	8,64	9,50
1,20	3,77	4,15	4,52	4,90	5,28	5,65	6,03	6,41	6,78	7,16	7,54	8,48	9,42	10,36
1,30	4,08	4,49	4,90	5,31	5,72	6,12	6,53	6,98	7,35	7,76	8,16	9,18	10,21	11,23
1,40	4,40	4,84	5,28	5,72	6,15	6,59	7,03	7,47	7,91	8,35	8,79	9,89	10,99	12,09
1,50	4,71	5,18	5,65	6,12	6,59	7,07	7,54	8,01	8,48	8,95	9,42	10,60	11,78	12,95
1,60	5,02	5,53	6,03	6,53	7,03	7,54	8,04	8,54	9,04	9,55	10,05	11,30	12,56	13,82
1,70	5,34	5,87	6,40	6,94	7,47	8,01	8,54	9,08	9,61	10,14	10,68	12,01	13,35	14,68
1,80	5,65	6,22	6,78	7,35	7,91	8,48	9,04	9,61	10,17	10,74	11,30	12,72	14,13	15,54
1,90	5,97	6,56	7,16	7,76	8,35	8,95	9,55	10,14	10,74	11,34	11,93	13,42	14,92	16,41
2,00	6,28	6,91	7,54	8,16	8,79	9,42	10,05	10,68	11,30	11,93	12,56	14,13	15,70	17,27
2,25	7,07	7,77	8,48	9,19	9,89	10,60	11,30	12,01	12,72	13,42	14,13	15,90	17,66	19,43
2,50	7,85	8,64	9,42	10,21	10,99	11,78	12,56	13,35	14,13	14,92	15,70	17,66	19,63	21,59
2,75	8,64	9,50	10,36	11,23	12,09	12,95	13,82	14,68	15,54	16,41	17,27	19,43	21,59	23,75

Fonte: NBR 7229/93.

Foi aplicada estatística descritiva como média, desvio padrão, máximo e mínimo, os mesmos foram calculados através da planilha eletrônica.

RESULTADOS DOS E DISCUSSÕES

Através das tabelas 2 e 3 é possível comparar a variação do coeficiente de infiltração, área por família e profundidade dos sumidouros ou fossas, em áreas com Nitossolo Vermelho e aterro.

Pode-se observar que o desvio padrão do C_i variou de 13,05 l/m².dia no Nitossolo para 18,01 l/m².dia no aterro, demonstrando que no conjunto dos dados obtidos em campo os valores foram mais uniformes no Nitossolo. Esses solos são geralmente de textura muito argilosa, estrutura com grau forte, tamanho médio a grande, do tipo angular e subangular e/ou prismáticos com presença de cerosidade de grau moderado a forte em quantidade comum ou abundante. A consistência varia de ligeiramente dura ou dura quando o solo está seco, friável a firme quando úmido e plástico a pegajoso a muito plástico e muito pegajoso quando molhado (FASOLO, 1988). Os Nitossolos segundo a EMBRAPA (2017) ocupam uma área de 30.000 ha no Paraná, representando 15,2% da área total do estado.

O comportamento do desvio padrão, dos dados de (A_f) na área do aterro, também apresentou maior oscilação dos valores que se refletiu na capacidade do solo em receber os efluentes gerados por família (0,70 no Nitossolo e 1,51 no aterro) e na profundidade dos sumidouros ou fossas que apresentaram os menores desvios no Nitossolo Vermelho demonstrando a menor oscilação nos resultados das Tabelas 2 e 3.

Os valores médios do coeficiente de infiltração (C_i), apresentado nas tabelas 2 e 3, no Nitossolo Vermelho foi de 149,73 l/m².dia, sendo maior que no aterro, possivelmente por apresentar uma estrutura pouco alterada pela ação da compactação. Na área de aterro foi de 116,88 l/m².dia, indicando que houve uma redução de 28% na infiltração e conseqüentemente a necessidade de maior profundidade das fossas onde ocorre o aterro.

A profundidade média das fossas sépticas no Nitossolo Vermelho com 1,50, 1,80 e 2,00 metros de diâmetro foi de 1,71, 1,42 e 1,28 metros de profundidade respectivamente (Tabela 1), enquanto que no aterro os valores foram de 2,21, 1,84, 1,66 metros (Tabela 3), demonstrando que, no aterro as fossas para ter a mesma capacidade de absorção dos efluentes produzido por uma família com 8 pessoas, deve ser 29,80%, 30,28% e 29,70% respectivamente mais profunda para os mesmos diâmetros de fossas.

Tabela 2- Valores do coeficiente de infiltração (Ci), área por família (Af) e profundidade dos sumidouros ou fossas (h) em Nitossolo vermelho Eutroférico no campus sede da Universidade Estadual de Maringá.

Número de Amostras	Ci l/m ² .dia	Af l/m ² .dia	h. (m)		
			1,5	1,8	2,00
1	144,01	8,3	1,76	1,46	1,32
2	148,48	8,08	1,71	1,43	1,28
3	140	8,57	1,81	1,51	1,36
4	163,3	7,34	1,55	1,29	1,16
5	168,9	7,1	1,5	1,25	1,13
6	158,06	7,59	1,61	1,34	1,2
7	159	7,74	1,6	1,33	1,2
8	153,1	7,83	1,66	1,38	1,24
9	130,6	9,18	1,94	1,62	1,46
10	131,83	9,1	1,93	1,61	1,44
Desv. Padrão	13,05	0,70	0,15	0,13	0,11
Média	149,73	8,08	1,71	1,42	1,28
Máximo	168,90	9,18	1,94	1,62	1,46
Mínima	130,60	7,10	1,50	1,25	1,13

Fonte: Os autores.

O valor máximo da profundidade das fossas ou sumidouros (h) encontrados tanto no Nitossolo quanto no aterro é inversamente proporcional ao coeficiente de infiltração, indicando que, o menor valor de Ci implica numa maior profundidade das fossas ou sumidouros. Ao observar a profundidade das fossas (1,50, 1,80 e 2,00 metros) da amostra número 9 (Tabela 2) é possível observar que as maiores profundidades encontradas 1,94, 1,62 e 1,46 metros foram obtidas onde havia o menor valor de Ci (130,6 l/m².dia) de todas as amostras analisadas para o Nitossolo Vermelho.

O valor máximo de profundidade das fossas ou sumidouros na área de aterro foi de 2,79, 2,33 e 2,09 para os diâmetros de 1,50, 1,80 e 2,00 metros respectivamente, no entanto o coeficiente de infiltração foi o menor de todas as amostras analisadas (91,07 l/m².dia), conforme pode ser observado na amostra número 6 (Tabela 3).

A diferença entre os valores mínimos do Ci, encontrado Nitossolo Vermelho e no aterro é ainda mais discrepante quando se comparados os valores médios chegando a ser 43,40% menor no aterro em relação ao Nitossolo Vermelho.

Tabela 3- Valores do coeficiente de infiltração (Ci), área por família (Af) e profundidade dos sumidouros ou fossas (h) em área com aterro no campus sede da Universidade Estadual de Maringá.

Número de Amostras	Ci l/m².dia	Af l/m².dia	h. (m) 1,5	h. (m) 1,8	h. (m) 2,00
1	124,6	9,63	2,04	1,7	1,53
2	124,6	9,63	2,04	1,7	1,53
3	158,06	7,59	1,61	1,34	1,2
4	115,29	10,4	2,2	1,84	1,65
5	98,39	12,19	2,58	2,15	1,94
6	91,07	13,17	2,79	2,33	2,09
7	110,11	10,89	2,31	1,92	1,73
8	113,1	10,61	2,25	1,87	1,68
9	112,64	10,65	2,26	1,88	1,69
10	120,98	9,91	2,1	1,75	1,57
Desv. Padrão	18,01	1,51	0,32	0,27	0,24
Média	116,884	10,467	2,218	1,848	1,661
Máximo	158,06	13,17	2,79	2,33	2,09
Mínima	91,07	7,59	1,61	1,34	1,2

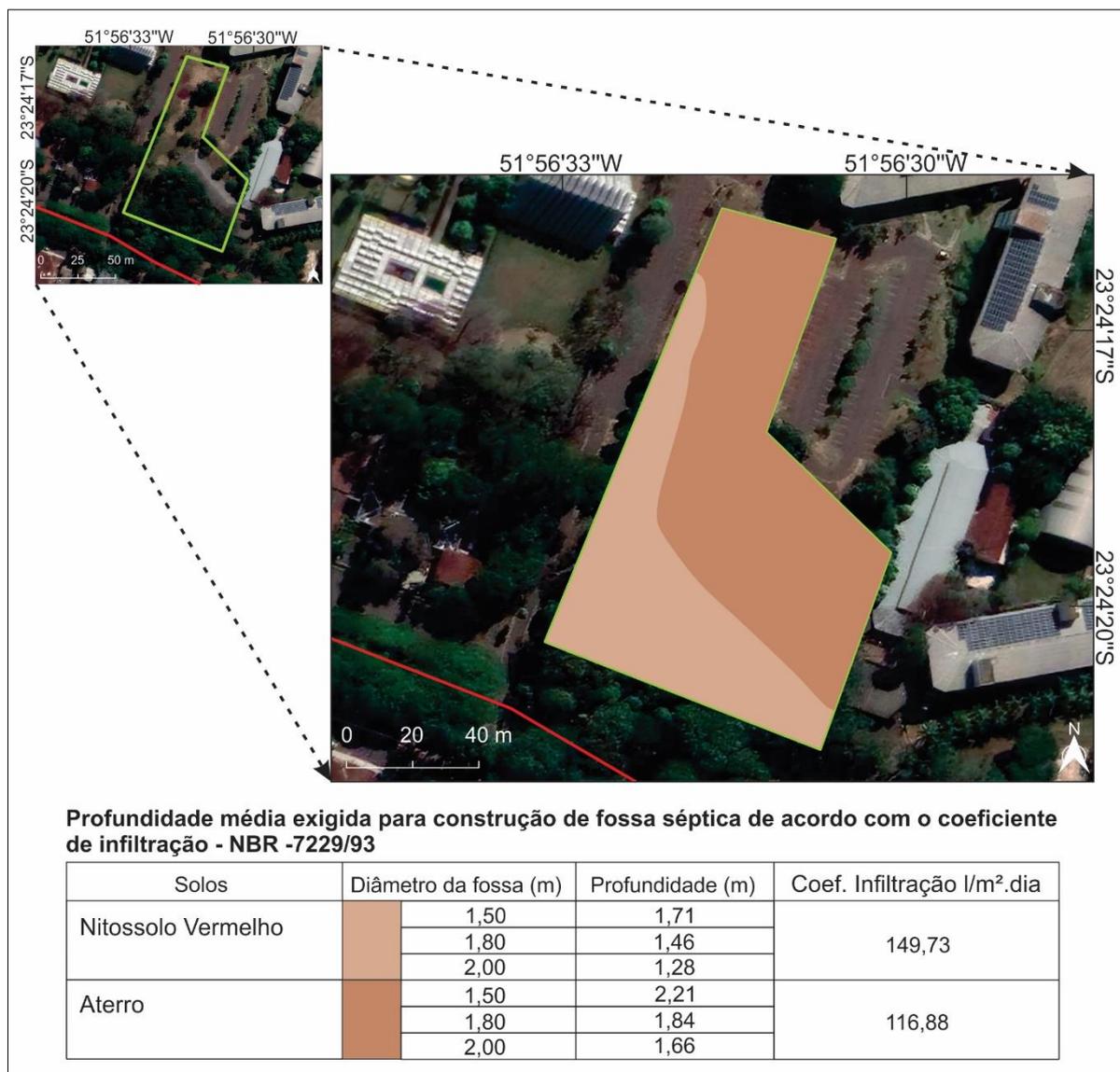
Fonte: Os autores.

Na Figura 2 é possível visualizar a distribuição espacial dos solos na área de estudo, Nitosso Vermelho e Aterro, os valores médios do coeficiente de infiltração (l/m².dia) e profundidade média das fossas sépticas para os diâmetros de 1,50, 1,80 e 2,00 metros.

A espacialização das classes de solos, da área onde será realizado a implantação da fossa séptica, propicia uma excelente material de apoio para a tomada de decisões.

Ao conhecer as características dos solos, tais como a profundidade efetiva, o comportamento físico e hídrico, é possível a realizar o dimensionamento correto, evitando desta forma a contaminação do lençol freático.

Figura 2 – Distribuição espacial dos solos na área de pesquisa, dimensionamento da profundidade média das fossas sépticas ou sumidouros para os diâmetros de 1,50m, 1,80m e 2,00m de conforme a normativa NBR7229/93.



Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que, o desvio padrão no Nitossolo Vermelho foi de 13,05 enquanto que na área de aterro foi de 18,01 demonstrando que no conjunto dos dados os valores foram mais uniformes no Nitossolo, possivelmente por apresentar uma estrutura pouco alterada pela ação da compactação.

Os valores médios do coeficiente de infiltração (Ci) variaram de 149,73 l/m².dia para o Nitossolo Vermelho e 116,88 l/m².dia para a área de aterro respectivamente, indicando que houve uma redução de 28% no coeficiente de infiltração que implicou numa maior profundidade das fossas onde ocorre o aterro.

Foi observado que, a diferença entre os valores mínimos do Ci encontrados Nitossolo Vermelho e no aterro é ainda mais discrepante quando se comparados os valores médios chegando a ser 43,40% menor no aterro em relação ao Nitossolo Vermelho. Essa variação está relacionada aos diferentes níveis de compactação quando foi realizado o aterro.

Através dos resultados obtidos nos ensaios de campo pode-se afirmar que tanto na área com Nitossolo Vermelho quanto na área de aterro há viabilidade técnicas para a construção de fossas ou sumidouros mesmo esse último apresentando os menores valores de Ci e maior profundidade das fossas.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 1993.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Atlas esgotos: Despoluição de bacias hidrográficas**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. -- Brasília: ANA, 2017, 92 p.

CABRAL, Umberlândia. Quatro em cada dez municípios não têm serviço de esgoto no país. **Agência de Notícias IBGE**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais> Acesso em: 30/09/2020.

CAVIGLIONE, João H. KIIHL, Laura R. B. CARAMORI, Paulo H. OLIVEIRA, Dalziza. Cartas climáticas do Paraná. CD. Londrina: IAPAR, 2000.

EMBRAPA - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos et al. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 355p.

FASOLO, P. J. Erosão: inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná. Londrina: **Boletim Técnico**, 23. IAPAR, 1988, 20p.

JUNIOR, M. S.; PANPLONA, B. S. C.; MELO, J. S. S. **Risco de esgoto a céu aberto a saúde humana: Um estudo de caso da população do bairro de Bengui – Belém – PARÁ – Brasil**. 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2017, Poços de Caldas – MG. 2017. 3p.

MINEROPAR. Minerais do Paraná. **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001. p125.

REANI, R. T.; SEGALLA, R. **A situação do esgotamento sanitário na ocupação periférica de baixa renda em áreas de mananciais: consequências ambientais no meio urbano.** Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS). 2006, Brasília. III ANPPAS, 2006.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-42, 2002.

Recebido em: Outubro de 2020.

Publicado em: Dezembro de 2020.