

Diagnóstico das condições de saneamento básico da comunidade de São Roque, Lacerdópolis, SC

Nathaniel D'Agostini¹
Lucas Quiocca Zampieri²

Resumo

Em se tratando da atual situação da saúde das pessoas e da qualidade do meio ambiente a nível mundial, destaca-se o reconhecimento da importância do saneamento básico. Abrangendo principalmente o abastecimento de água, resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem urbana, esse tema tem repercutido muito nos últimos anos. Em função disso, através de políticas ambientais, leis, tecnologias e hábitos humanos, busca-se melhorar continuamente as diretrizes do saneamento básico. Este trabalho foi elaborado por meio de pesquisa e visitas realizadas na comunidade de São Roque em Lacerdópolis, SC. Entrevistando os moradores que residem no local, obteve-se os dados necessários para diagnosticar as condições de saneamento presentes na comunidade, a qual possui 38 habitantes. Além das entrevistas, dentre os objetivos do trabalho, realizou-se ensaios de permeabilidade no solo em campo em dois pontos escolhidos e fez-se a caracterização dos mesmos possibilitando a classificação do solo. Verificou-se a potabilidade da água, perante os requisitos microbiológicos da bibliografia, em cinco pontos diferentes de coleta, podendo assim alertar os responsáveis de possíveis não conformidades. Foram identificados os resíduos sólidos e sua destinação, além da disposição dos tratamentos de esgoto existentes, verificando se estão compatíveis. Como complemento da pesquisa, ainda foram propostas soluções coletivas tanto para compostagem dos resíduos orgânicos quanto para o esgotamento sanitário por meio de *wetlands* construídos. Após finalizar os ensaios de permeabilidade, verificou-se valores entre $3,44 \times 10^{-5}$ e $8,91 \times 10^{-5}$ cm/s para o solo 1 e $2,60 \times 10^{-3}$ cm/s até $1,31 \times 10^{-4}$ cm/s para o solo 2. Conforme a granulometria e a classificação dos solos, facilitou o entendimento do comportamento dos solos. Se apresentando como silto argiloso, o solo 2 resultou em coeficientes de permeabilidade maiores que o solo 1, classificado como argila. Com os resultados da pesquisa, conseguiu-se avaliar a qualidade microbiológica da água, a capacidade dos tratamentos de esgoto existentes, quantificar o lixo gerado em uma das residências, além de pré-dimensionar um local para depósito do lixo reciclável e calcular um pátio de compostagem coletiva.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Permeabilidade. Compostagem. *Wetlands* construídos.

¹ Graduando em Engenharia Civil na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; eng.nathadagostini@gmail.com

² Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é com certeza, um dos principais assuntos a ser discutido a nível mundial, visto que, é um fator determinante para a população. Está diretamente relacionado ao abastecimento de água potável, manejo da água pluvial, coleta de lixo e tratamento de esgoto, buscando manter a saúde das pessoas tanto nos centros urbanos quanto rurais. Para Cada... (2011), a cada R\$ 1,00 investido em saneamento, R\$ 4,00 são economizados em gastos com saúde.

Em tempos remotos, devido à falta de conhecimento e práticas sanitárias, milhares de pessoas arcaram com as consequências da falta de saneamento, passando por epidemias e doenças. Porém mesmo estando em constante desenvolvimento, alguns países ainda não têm acesso às condições básicas de saneamento.

Diante dessa realidade, reconhecendo a importância do assunto, buscar-se-á com o presente trabalho, analisar como é estruturado o sistema de saneamento na comunidade de São Roque – Lacerdópolis, a fim de constatar se as condições oferecidas a população são satisfatórias e apresentar possíveis melhorias para a localidade.

Em função da grande importância do saneamento básico nos Municípios, a presente proposta de trabalho visa analisar e levantar dados em relação as condições de saneamento da comunidade de São Roque no município de Lacerdópolis, SC, buscando melhorias, favorecendo o Município.

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um diagnóstico das condições de saneamento básico de uma comunidade do interior de Lacerdópolis, através do levantamento de dados com os proprietários da comunidade, análises da qualidade da água de abastecimento, identificação do destino dos resíduos sólidos, verificação dos tratamentos de esgoto existentes e ensaios de permeabilidade *in situ*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO AMBIENTAL

O saneamento ambiental é tratado como o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2006).

2.1.1 Abastecimento de água

Conforme a Portaria n. 2.914/11 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), define-se solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano como a modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição.

Dentre as principais prioridades das populações, está o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância para atendimento às suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial (TSUTYIA, 2006).

2.1.1.1 Captação subterrânea

Conforme recomendado pela Fundação Nacional de Saúde (2006), para a locação de um poço raso ou freático, deve-se respeitar por medidas de segurança, a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa do tipo seca, desde que seja construída dentro dos padrões técnicos, e, de 45 metros, para os demais focos de contaminação, como, chiqueiros, estábulos, valões de esgoto, galerias de infiltração e outros, que possam comprometer o lençol d'água que alimenta o poço.

2.1.1.2 Qualidade da água

Recomenda a Portaria n. 2.914/11 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), que sejam respeitados alguns parâmetros no sistema de distribuição:

- a) O PH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5;
- b) o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L;
- c) alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL.

2.1.2 Resíduos Sólidos

De acordo com a NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 7), os resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

2.1.2.1 Compostagem

Para um pátio de compostagem coletivo, o dimensionamento das áreas de compostagem é feito com base na estimativa de geração de resíduos orgânicos da localidade a ser atendida pelo sistema, somada ao volume de serragem, folhas, podas e palha que serão utilizados no processo de compostagem, conforme o Manual de Orientação de Compostagem Doméstica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

2.1.3 Tratamento de esgoto

2.1.3.1 Tanque séptico

Tanques sépticos são unidades cilíndricas ou prismáticas retangulares de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão. É calculado a partir da Equação 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993):

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (1)$$

Em que:

- V = volume útil em litros;
- N = números de pessoas ou unidade de contribuição;
- C = contribuição de despejos, em litros/pessoa x dia ou litro/unidade x dia;
- T = período de detenção, em dias;
- k = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;
- Lf = contribuição de lodo fresco, em litros/pessoa x dia ou litro/unidade.

2.1.3.2 Filtro anaeróbio

O filtro anaeróbio é definido como reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos, onde atuam microorganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Calcula-se o volume necessário com a Equação 2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

$$Vu = 1,6 NCT \quad (2)$$

Onde:

- N é o número de contribuintes;
- C é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia;
- T é o tempo de detenção hidráulica, em dias.

2.1.3.3 Sumidouro

De acordo com a NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), o sumidouro é a unidade de depuração e de disposição final do efluente de tanque séptico verticalizado em relação à vala de infiltração. Devido a esta característica, seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo.

2.1.4 Permeabilidade

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo o seu grau de permeabilidade expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade (CAPUTO, 1996).

A respeito da permeabilidade dos solos, Pazzetto (2009, p. 17) afirma que:

O conhecimento do valor da permeabilidade é muito importante em algumas obras de engenharia, essencialmente, na estimativa da vazão que percolará pelo meio do maciço e da fundação em barragens de terra, em obras de drenagem, rebaixamento do nível d'água, adensamento, etc. Consequentemente, os mais sérios problemas de construção estão conexos com a presença da água. A informação da permeabilidade e de sua variação é fundamental para a solução desses problemas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ENSAIOS DE PERMEABILIDADE EM CAMPO

Segundo Antunes (2015), os ensaios de campo servem para determinar a condutividade hidráulica do solo em suas condições naturais. Têm como principal vantagem a possibilidade de análise de um volume maior de solo, representando uma área maior do terreno, fornecendo valores médios de permeabilidade, levando em consideração as variações locais no solo.

3.1.1 Ensaio de infiltração em furo de sondagem

De acordo com a Associação Brasileira de Geologia e Engenharia (2013), é conhecido também como ensaio de rebaixamento. Enche-se o furo até a boca, tomando-se este instante como tempo zero. Em ensaios realizados acima do nível d'água do terreno, o nível d'água do furo deve ser mantido na boca, estável por cerca de 10 minutos para sua saturação. Interrompe-se o fornecimento d'água, tomando-se este instante como zero, e a intervalos curtos no início e mais longos em seguida, por exemplo 15", 30", 1', 2', 3', 4', 5', etc. acompanha-se o rebaixamento do nível d'água no furo. Recomenda-se que o ensaio seja dado por concluído quando o rebaixamento atingir 20% da carga inicial aplicada ou 30 minutos de ensaio.

Para execução do ensaio de infiltração em furo de sondagem, primeiramente foi feito um furo com trado manual (Fotografia 1a) até atingir 80 cm de profundidade, então com auxílio de uma régua, enchia-se o furo com água até o máximo e a cada centímetro que o nível baixava (Fotografia 1b), anotava-se o tempo de rebaixamento. Repetia-se até os 10 cm iniciais da régua.

Fotografia 1 – (a) perfuração com trado



(b) Leitura de rebaixamento da água



Fonte: os autores.

3.1.2 Ensaio de infiltração com piezômetro escavado

Para Pinto (2005), a execução de um ensaio de condutividade hidráulica com piezômetro escavado requer basicamente: tubo de PVC, bentonita para a execução do selo, areia para execução do filtro (evitando que a bentonita provoque a colmatação do filtro), bureta graduada para a medição do volume de água infiltrado e, ainda, trados e hastes para a execução do furo de sondagem.

Utilizando o mesmo furo do ensaio anterior, montava-se o piezômetro (Fotografia 2a), preenchendo o entorno do filtro com pedrisco e acima disso era colocado areia e bentonita para impedir que a água extravasasse no furo. O piezômetro possuía uma pipeta graduada na parte superior, onde se realizavam as leituras do tempo para rebaixamento de determinada altura de água (Fotografia 2b):

Fotografia 2 – (a) Preparação do piezômetro



(b) Realização do ensaio



Fonte: os autores.

3.1.3 Ensaio de infiltração em cava

A NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), apresenta uma metodologia para determinação da capacidade de absorção do solo. O objetivo do ensaio é determinar a capacidade de absorção do solo para disposição de efluente proveniente da fossa séptica e sumidouro.

O ensaio de infiltração em cava consiste na retirada da camada superficial do solo em 1,0 m² aproximadamente, para que no centro desse espaço seja executada uma cava de 30 x 30 x 30 cm (C x L x H), conforme a Fotografia 3a. Após isso, a cava permanece cheia de água por algumas horas para saturação. Espera-se infiltrar totalmente e coloca-se uma camada de 5 cm de brita 1 no fundo. Com auxílio de uma régua, cronometra-se o tempo

para o rebaixamento de água dos 15 cm até 14 cm, repetindo a leitura 5 vezes (Fotografia 3b). Utiliza-se a última para determinação do coeficiente de percolação.

Fotografia 3 – (a) Preparação da cava



(b) Realização do ensaio



Fonte: os autores.

3.2 ENSAIOS EM LABORATÓRIO

Todos os ensaios de caracterização foram realizados no laboratório de Materiais, Asfalto e Solos da Universidade do Oeste de Santa Catarina, campus de Joaçaba. Os ensaios executados foram:

- umidade natural;
- limite de liquidez, seguindo as orientações da NBR 6459 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016a);
- limite de plasticidade, conforme a NBR 7180 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016b);
- densidade real dos grãos, referente a norma DNER-ME 093 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 1994);
- granulometria, envolvendo peneiramento e sedimentação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

Os ensaios em laboratório foram realizados com o objetivo de classificar os pontos do solo estudados complementando a pesquisa.

3.3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

O trabalho teve início com uma conversa com membros da prefeitura do município de Lacerdópolis, inclusive com o prefeito, com intuito de demonstrar quais os objetivos do trabalho e como seria realizado.

Feito isso, foi possível iniciar as visitas ao local e identificar as residências dos moradores e demais edificações que fazem parte da região central da comunidade (Fotografia 4), representando-os por lote. Através das visitas, buscou-se informações sobre as condições de saneamento ambiental na comunidade, tais como:

- Sistema de abastecimento de água;
- condições da coleta dos resíduos sólidos;
- tipos de tratamento de esgoto.

Fotografia 4 – Identificação do local, lotes, ensaios de permeabilidade e caracterização



Fonte: adaptado de Google Maps (2017).

Notas:  Lotes

 Ensaios no solo 1 e 2

3.3.1 Abastecimento de água

Para se obter os dados referentes ao abastecimento de água da comunidade, foi necessário pedir informações às famílias que fazem o uso do sistema e realizar visitas a todas as partes das quais é composto (captação, reservatórios e distribuição). Após reconhecer as partes do sistema, buscou-se por meio de coleta de amostras, analisar a qualidade da água em diversos pontos.

Através de informações de vazão dos poços e consumo médio de água por habitante por dia, foi possível calcular a vazão necessária para atender a todas as famílias que são abastecidas pelo sistema.

Como a comunidade é abastecida por dois poços, decidiu-se então coletar 5 amostras de água para análise microbiológica (Fotografia 5), sendo duas delas diretamente na saída de cada poço, uma em um dos reservatórios de distribuição e as outras duas em unidades consumidoras.

Fotografia 5 – Coleta de um dos pontos de captação



Fonte: os autores.

3.3.2 Resíduos sólidos

Em relação aos resíduos sólidos, a comunidade em questão é provida de um sistema de coleta de lixo terceirizado pela prefeitura do município. Conforme foram sendo realizadas as visitas junto aos moradores, foram obtidas as informações quanto a geração dos resíduos sólidos bem como seu destino.

Através do auxílio de uma balança digital de mão, escolheu-se duas residências para a quantificação do lixo seco (reciclável) produzido (Fotografia 6a) e do lixo orgânico (Fotografia 6b), possibilitando assim, estimar a quantidade de lixo/mês da comunidade:

Fotografia 6: (a) Quantificação do lixo seco



(b) Quantificação do lixo orgânico



Fonte: os autores.

3.3.3 Tratamento de esgoto

Quanto aos sistemas de tratamento de esgoto, fez-se um levantamento de dados por meio de conversa com os proprietários, a fim de se obter quais os tipos de tratamentos de esgoto empregados nas residências, bem como, formato e dimensões. Não foi possível obter todas as informações necessárias de todos os moradores, devido à falta de informações por parte de alguns deles.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Através dos ensaios de caracterização dos solos, foi possível classificá-los. Perante os resultados apresentados, constata-se pela análise textural que o solo do ponto 1 é mais argiloso que o ponto 2, apresentando maior teor de argila na granulometria. Pelo método SUCS, ambos os solos são caracterizados como siltosos (M) e altamente plásticos (H). Os valores de IP (índice de plasticidade) obtidos para cada ponto classificam-se como altamente plásticos. Da mesma forma, o IC (índice de consistência) é definido como estado plástico para ambos os pontos. Quanto ao IL (índice de liquidez), o solo apresenta-se como pré-adensado.

4.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema de abastecimento de água dispõe de 2 poços, sendo um deles artesiano ou confinado (Poço 01) e outro em rocha fraturada (Poço 02). Os dois funcionam simultaneamente e quando algum precisa de manutenção o outro permanece ligado. Atualmente o sistema atende a 57 famílias nas comunidades de São Luiz, São Roque e Linha Encruzilhada. Como é uma região onde as principais atividades são a agricultura, pecuária, suinocultura e avicultura, o consumo de água é relativamente grande quando se tem qualquer uma das atividades. Nestes casos, foi observado que havia presença de reservatórios maiores nas propriedades para garantir o abastecimento dos moradores e animais.

Para o controle e cobrança do consumo de água cada família possui um cavalete hidrômetro, o qual é fornecido gratuitamente pela associação, exceto a tubulação necessária até a residência. A tarifa cobrada é de R\$ 0,75 centavos/m³ de água consumida. É papel do presidente designar entre os associados, uma vez a cada 3 ou 4 meses, um encarregado para efetuar as leituras dos hidrômetros e as cobranças de cada família que faz uso da água. As cobranças são todas depositadas na conta bancária da associação para pagamento de serviços e da eletricidade gasta com as bombas dos poços.

De acordo com os laudos das análises feitas nos poços estão em conformidade com a Portaria 2914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), em contrapartida, as demais amostras apresentaram

desconformidades nos parâmetros analisados, conforme, principalmente na amostra nº 5, coletada na caixa que distribui a água para a comunidade em estudo (Tabela 1):

Tabela 1 – Resumo das análises de água

RESULTADOS ANÁLISES DA ÁGUA							
PARÂMETROS	UNIDADE	AMOSTRAS					Legislação
		1 (Poço 01)	2 (Poço 02)	3 (Residência)	4 (Residência)	5 (Residência)	
Coliformes totais	NM-P/100mL	Ausência	Ausência	11	70	540	Ausência
Coliformes termotolerantes	NM-P/100mL	Ausência	Ausência	11	70	540	Ausência
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	66	<1,0	14	47	285	100 UFC/mL

Fonte: os autores.

Analisando os resultados dos laudos e conversando com o presidente da associação, conclui-se que pode haver sim uma alta incidência de coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas em algum trecho ou ponto da rede. Porém o intuito das análises realizadas era justamente apresentar os resultados para os responsáveis da associação, para que tomem as medidas cabíveis ou até mesmo sejam realizadas recoletas ou novas coletas, para análises mais criteriosas.

4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Cada uma das famílias possui diferentes hábitos e costumes quanto a alimentação e consumo. Isso interfere diretamente na produção de lixo seja reciclável e orgânico. Foi identificado e observado como e onde os moradores destinam o lixo na comunidade. Quantificou-se separadamente o lixo seco (papel, plásticos, papelão) e o lixo orgânico com auxílio da balança digital de mão, dividiu-se pelo número de dias e pessoas que contribuem, obtendo-se da soma dos pesos 0,71 kg/hab/dia, valor este que se enquadra na média do sul do Brasil. Se calculado para o mês resulta em média 21,30 kg/hab/mês o que geraria na comunidade de 38 habitantes um total de 809,40 kg/mês.

Em relação ao lixo seco (reciclável), atualmente ele é apenas descartado para empresa que realiza a coleta. Foi quantificado em média de 0,150 kg/hab/dia. No final de cada mês, a comunidade geraria aproximadamente 171 kg desses resíduos. Foi pesquisado nas cidades mais próximas o preço por kg de lixo seco e encontrou-se o valor de R\$ 0,25/kg. Dessa forma, se o lixo reciclável pudesse ser estocado em local apropriado e vendido, a comunidade poderia arrecadar cerca de R\$ 513,00/ano, podendo utilizar, por exemplo, para arcar custos do abastecimento de água.

4.3.1 Lixo orgânico

Além do lixo reciclável que é recolhido pelo caminhão, existe a questão do lixo orgânico que, quanto a geração e destinação, varia de família em família. Sabe-se que sempre há sobras das refeições, alimentos, frutas e verduras em geral. Desta forma é preciso dar o destino correto para estes resíduos. Observou-se em alguns os lotes a presença de tanques metálicos enterrados ou caixas de fibra sobre a superfície.

Realizou-se cálculos, seguindo instruções do Manual para Implantação de Compostagem (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010), obtendo-se para compostagem de 1000 kg por mês de matéria orgânica cerca de 19 m² de pátio, para leiras com essas dimensões:

- a) Área de uma leira = 3,04 m²
- b) Área de reviramento = 3,04 m²
- c) Área de circulação = 0,30 m²
- d) Total da área necessária para cada leira = 6,38 m²
- e) Área de pátio para 3 leiras = 19 m²

4.4 TRATAMENTO DE ESGOTO

Constatou-se em geral, que a maioria dos lotes são providos apenas de sistema com tanque séptico e sumidouro e raramente haviam filtros anaeróbios. Outra semelhança foi na questão do formato e dimensão dos tanques sépticos, sendo tubos circulares de concreto pré-moldado.

Foi realizada a identificação dos tratamentos individuais de esgoto (Tabela 2) em cada uma das residências, porém não se obteve todas as informações necessárias em alguns dos lotes. No pavilhão e na capela fez-se apenas uma representação do sistema de tratamento, porém sem dados reais, logo foram eliminados do estudo.

Tabela 2 – Sistema de tratamento de esgoto

Lotes	n. Contribuintes	Tratamento de esgoto individual		
		Quantidade e Dimensões		
		Tanque séptico (D x H)	Filtro anaeróbio (D x H)	Sumidouro (C x L x H)
1	3	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado
2	4	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	3,00 x 3,00 x 2,00 m
3	2	1 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado
4	2	1 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado
5	4	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado
6	4	2 x (1,00 x 1,50 m)	2 x (1,00 x 1,50 m)	Lançamento sobre o solo
7	2	2 x (1,00 x 1,00 m)	2 x (1,00 x 1,00 m)	Lançamento sobre o solo

Tratamento de esgoto individual					
Lotes	n. Contribuintes	Quantidade e Dimensões			
		Tanque séptico (D x H)	Filtro anaeróbio (D x H)	Sumidouro (C x L x H)	
8	4	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado	
9	4	1 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	Não informado	
10	1	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	2 x (3,00 x 2,00 x 1,50 m)	
11	3	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	2 x (4,00 x 2,00 x 1,20 m)	
12	5	2 x (1,00 x 1,00 m)	Não possui	2 x (3,00 x 2,00 x 2,00 m)	

Fonte: os autores.

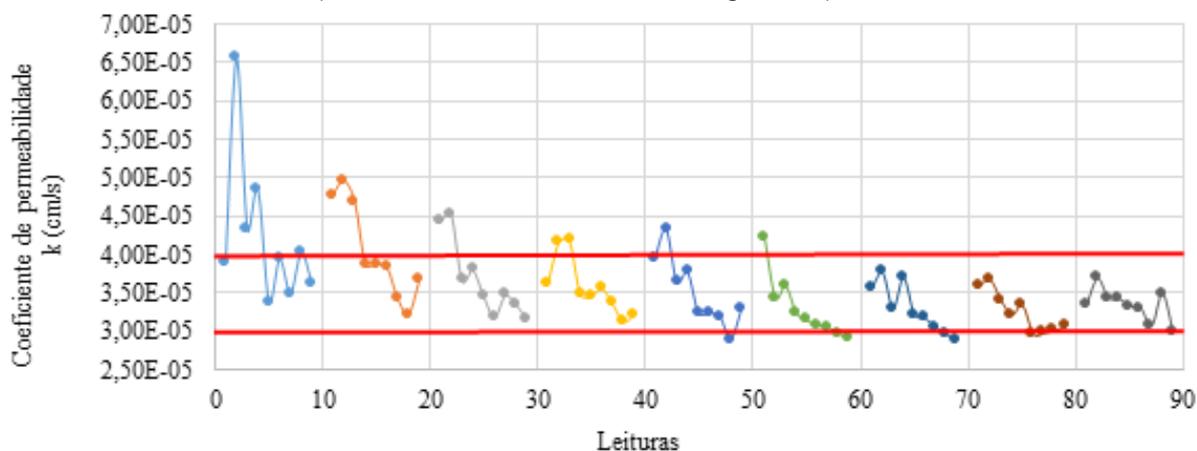
Analisando os resultados, pode-se afirmar que apenas um dos lotes atende ao volume útil dos tanques sépticos. Mesmo os demais estando subdimensionados, durante a realização da pesquisa, não houve reclamações quanto a funcionalidade dos sanitários. Porém, o subdimensionamento das instalações sanitárias, principalmente da fossa séptica, pode gerar problemas a longo prazo e até contaminar o solo.

Devido a sua capacidade ser reduzida, quando recebe um grande volume de contribuição, associado ao uso contínuo, ocasiona a saída do efluente sem permanecer tempo suficiente para decomposição. No caso da comunidade, a maioria dos lotes são desprovidos de filtro anaeróbio, ou seja, esse efluente não tratado por completo, acaba indo direto para o solo e águas superficiais.

4.4.1 Ensaio de infiltração em furo de sondagem com carga variável

Neste ensaio foram realizadas 9 baterias de 10 leituras no ponto 1, onde obteve-se os valores dos coeficientes de permeabilidade contidos no Gráfico 1. Para uma melhor aproximação do coeficiente de permeabilidade, estabeleceu-se uma faixa de valores para determinar o coeficiente médio.

Gráfico 1 – Coeficientes de permeabilidade em furo de sondagem do ponto 1

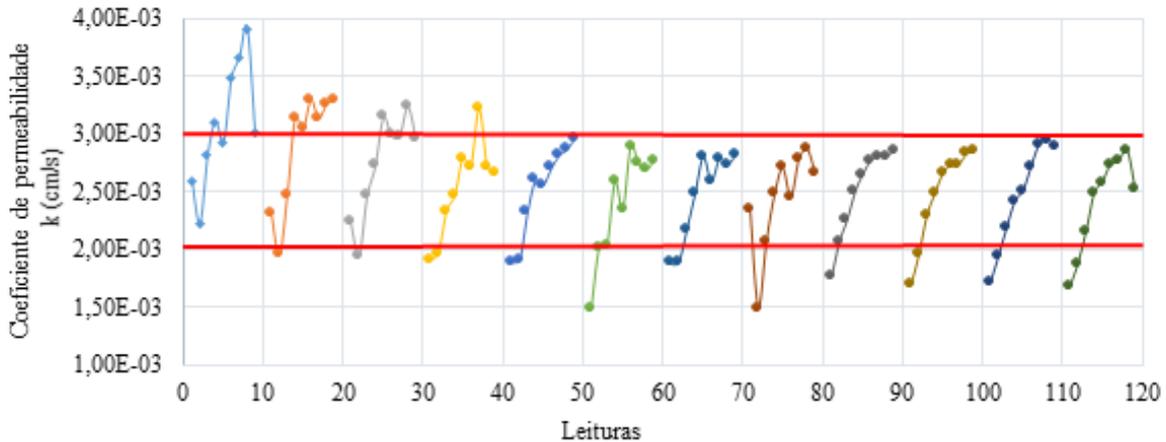


Fonte: os autores.

Conforme as leituras e a faixa destacada no gráfico acima, obteve-se uma média dos valores de $3,44 \times 10^{-5}$ cm/s para este ensaio.

Para o ponto 2 foram realizadas 12 baterias de 10 leituras, apresentando os coeficientes de permeabilidade no Gráfico 2:

Gráfico 2 – Coeficientes de permeabilidade em furo de sondagem ponto 2



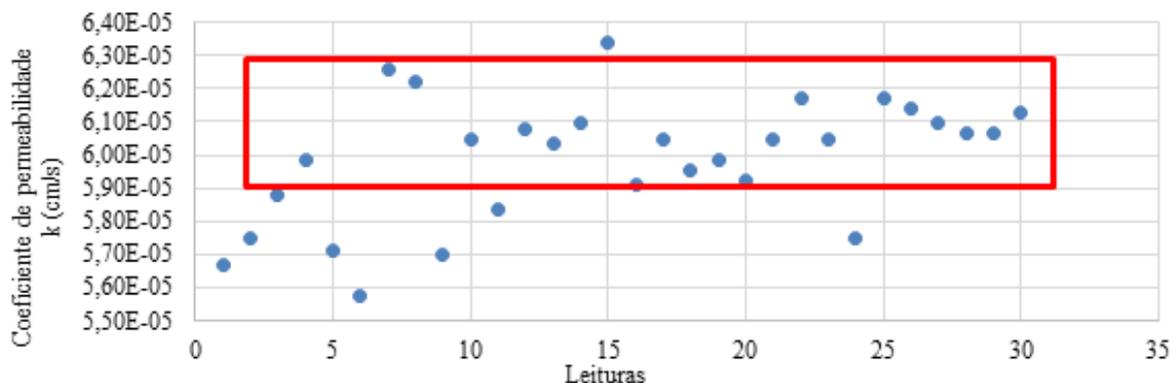
Fonte: os autores.

De acordo com as leituras e a faixa destacada no gráfico, obteve-se uma média dos valores de $2,60 \times 10^{-3}$ cm/s para este ensaio.

4.4.2 Ensaio de infiltração com piezômetro escavado

De acordo com os valores obtidos no ensaio do ponto 1, foi realizado o Gráfico 3, com os valores das leituras e seus respectivos coeficiente de permeabilidade.

Gráfico 3 – Coeficiente de permeabilidade com piezômetro escavado do ponto 1

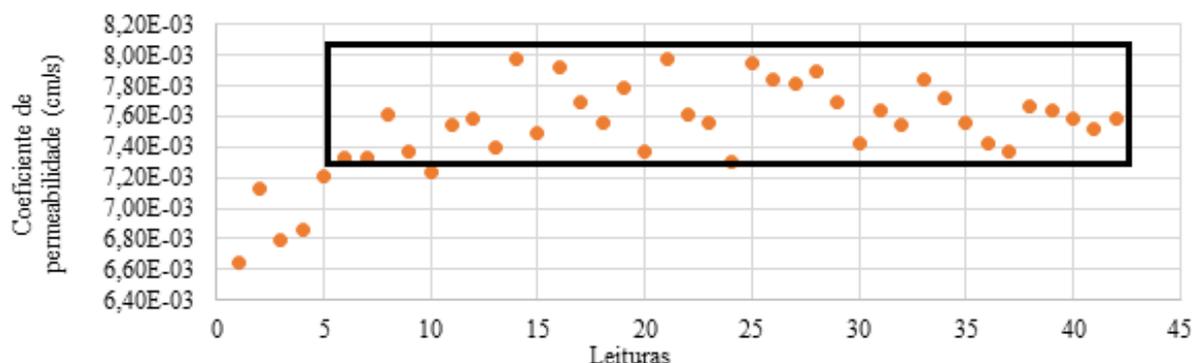


Fonte: os autores.

Em função dos valores contidos na faixa estabelecida, obteve-se um coeficiente de permeabilidade médio de $6,05 \times 10^{-5}$ cm/s.

Para o ensaio do ponto 2, de acordo com o Gráfico 4, obteve-se os seguintes resultados:

Gráfico 4 – Coeficiente de permeabilidade com piezômetro escavado do ponto 2



Fonte: os autores.

O coeficiente de permeabilidade médio dos valores contidos na faixa estabelecida é de $7,67 \times 10^{-3}$ cm/s.

4.4.3 Ensaio de infiltração em cava

Os ensaios de infiltração em cava dispõem de 5 leituras cada, onde a última leitura é utilizada para encontrar o valor do coeficiente de percolação ($L/m^2 \times dia$). Encontrou-se o coeficiente de percolação para cada solo e transformou-se em cm/s. Após isso, estimando o volume de contribuição para uma família de 5 pessoas, encontrou-se a área necessária para o sumidouro, conforme apresentado no Tabela 3:

Tabela 3 – Ensaio de infiltração em cava

Ensaio de cava			
Leituras	Ponto 1 Δt (para 1cm)	Ponto 2 Δt (para 1cm)	
1	2,59	1,06	
2	3,09	1,05	
3	3,19	1,17	
4	3,25	1,15	
5	3,20	1,17	
Coeficiente de percolação ($L/m^2 \times dia$)	77,0	113,0	
Coeficiente de percolação (cm/s)	$8,91203E^{-05}$	$1,30787E^{-04}$	
Área necessária para sumidouro por família (5 pessoas)	8,44 m^2	5,75 m^2	

Fonte: os autores.

Em geral, verificando-se a aproximação dos valores entre os diferentes tipos de ensaios de permeabilidade, no ponto 1 resultou em coeficientes de permeabilidade muito próximos, diferentemente do ponto 2 que apresentou maior variação, principalmente com relação ao

ensaio de cava de infiltração. Por outro lado, no ponto 2 o solo é mais permeável que no ponto 1, fato este que pode ser explicado pela granulometria do solo.

5 CONCLUSÃO

A área de saneamento ambiental tem ganhado espaço e maior incentivo nos últimos anos. Em função disso, novas tecnologias têm aflorado no mercado para solucionar as diretrizes do saneamento, onde permeiam os tratamentos de efluentes, coleta de lixo e resíduos sólidos, abastecimento de água e drenagem urbana. Associado a pesquisa e coleta de dados, os dois pontos de solo escolhidos para realizar os ensaios de permeabilidade, foram caracterizados através de ensaios de laboratório. O ponto 1 do solo foi classificado como argiloso e o ponto 2 como silte argiloso.

Para o abastecimento de água, de forma a verificar a qualidade da água para o consumo, coletou-se 5 amostras em locais diferentes do sistema, verificando os parâmetros microbiológicos. Os resultados apresentaram uma certa preocupação quanto a possível presença de coliformes termotolerantes, além do elevado índice de bactérias heterotróficas, podendo estes, em níveis muito elevados, causar doenças aos usuários.

A questão da coleta de lixo do local, o lixo seco foi quantificado para poder estimar a quantidade gerada na comunidade e dimensionar um local para depositar esses resíduos. Isso resultou em aproximadamente 171,00 Kg/mês de lixo, com o qual poderia ser arrecadado cerca de R\$ 513,00/ano na comunidade para serem utilizados em diversas melhorias. Para o lixo orgânico foi proposto como solução a compostagem coletiva. Assim, por meio de cálculos baseados na bibliografia, foi dimensionado um sistema de compostagem para atender a todos, necessitando de um pátio de 19m² composto de 3 leiras para atender a demanda gerada.

Sobre os tratamentos individuais de esgoto, pode-se dizer que a maioria das residências não contava com projetos hidrossanitários e em geral dispõem de sistema de tanque séptico e sumidouro e em apenas duas delas encontrou-se tanque séptico e filtro anaeróbio sem sumidouro. Quando não havia sumidouro o efluente tratado era lançado sobre o solo. Através do cálculo do volume útil necessário dos tanques sépticos, concluiu-se que apenas 1 residência atende ao proposto pela norma.

Os ensaios de permeabilidade efetuados na comunidade resultaram em valores médios de coeficiente de permeabilidade do solo. No ponto 1 os valores dos ensaios foram mais próximos, na faixa de $3,44 \times 10^{-5}$ até $8,91 \times 10^{-5}$ cm/s. Porém a infiltração foi mais lenta que no ponto 2 que obteve resultados entre $2,60 \times 10^{-3}$ e $1,31 \times 10^{-4}$ cm/s.

Diante do exposto, conseguiu-se através de pesquisas na comunidade de São Roque em Lacerdópolis e bibliografias utilizadas, elaborar um diagnóstico das condições de saneamento na área. Com base nos resultados foi possível propor melhorias das condições atuais e sugerir a implantação de pátios de compostagem e sistema coletivo de tratamento de esgoto.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Henrique Bolacel. **Avaliação da condutividade hidráulica no laboratório e no campo em um solo siltoso da central de tratamento de resíduos da Caturrita**. 2005. 153 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA E ENGENHARIA. **Ensaio de permeabilidade em solos**: Orientações para execução em campo. 4. ed. São Paulo: ABGE, 2013. 69 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459 – Solo – Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro, 2016a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180 – Solo – Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro, 2016b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181 – Solo – Análise granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.
- 'CADA REAL INVESTIDO EM SANEAMENTO ECONOMIZA R\$4 NA SAÚDE', DIZ MINISTRO. **Globo News**, 19 out. 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/globo-news/noticia/2011/10/cada-real-investido-em-saneamento-economiza-r4-na-saude-diz-ministro.html>. Acesso em: 6 ago. 2017.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 234 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNER –ME 093**: Solos – determinação da densidade real. Rio de Janeiro, 1994.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, DF: FNS, 2006. 408 p.
- GOOGLE MAPS. **"Lacerdópolis, SC"**. 2017. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-27.2297359,-51.5749943,291m/data=!3m1!1e3.html>. Acesso em: 8 ago. 2017.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília, DF: MMA, 2010. 69 p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n. 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: MS, 2011.
- PAZZETTO, Morgane Brogni. **Estudo de Permeabilidade de Solos Argilosos Disponíveis para Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão no Sul de Santa Catarina**. 2009. 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009. Disponível em: <http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00003E/00003EA7.pdf>. Acesso em: 1 set. 2017.

PINTO, Juliane dos Santos. **Estudo da condutividade hidráulica de solos para disposição de resíduos sólidos na região de Santa Maria**. 2005. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

TSUTYIA, Milton T. **Abastecimento de água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

