

# EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PRÁTICA: AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO SEGUNDO CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DA CIDADE DE PATOS-PB

Rycharles Rudson Medeiros de Melo<sup>1</sup>; Vitor Jesus Mamede Soares<sup>2</sup>; Dannel Claudio de Araujo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, E-mail: rycharlesedfifpb@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, E-mail: vitorjsmamede.1@icloud.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, E-mail: dannel.claudio@ifpb.edu.br

## Resumo

As edificações que não dispõem de rede pública coletora de esgotos necessitam adotar medidas para o tratamento e disposição dos efluentes. Os sistemas compostos por tanques sépticos interligados em valas de infiltração ou sumidouros representam uma solução possível para o problema, desde que o solo contribui para tal a adoção desses. Com a crescente demanda de construções na cidade de Patos-PB, região carente de esgotamento sanitário, houve a necessidade de determinar valores de absorção desses solos. O objetivo principal deste trabalho é analisar alternativas de despejo sanitário, de acordo com as características do solo, para a melhor destinação do esgoto sanitário para a cidade, procurando assim contribuir para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar social, sendo resultado de um projeto de pesquisa desenvolvido no IFPB- Campus Patos, que tem o intuito de conciliar questões acadêmicas, sociais e ambientais. Para a obtenção de valores de absorção dos solos foram realizados dois ensaios em um laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), esses foram feitos seguindo as Normas Brasileiras (NBR) 7181 e 13292 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com o fim de obter a análise granulométrica e o coeficiente de permeabilidade do solo que foi retirado do IFPB. Através dos procedimentos e cálculos feitos, o solo foi caracterizado como possuindo aquífero pobre o que não contribui para o uso de sumidouros e fossas sépticas na região. Alternativas como o uso de sumidouros e fossas sépticas não são eficientes na região de Patos.

**Palavras-chaves:** Solos, Esgotamento sanitário, Alternativas, Sustentabilidade.

## 1. Introdução

A água é fundamental para a manutenção da vida, sendo considerada como um fator primordial na formação das aglomerações humanas (TCHOBANOGLIOUS & SCHROEDER, 1987). O sistema de fornecimento de água para o abastecimento público é composto por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, que se destina a produção e distribuição de água potável canalizada para a população, sendo de responsabilidade do poder público, entretanto pode ser administrada em regime de concessão ou permissão (FUNASA, 2006). A escolha do processo de tratamento da água está relacionada à análise de suas características física, química e biológica.

A infiltração da água no solo é um processo dinâmico de penetração vertical da água através da superfície do solo. O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é

importante para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação, drenagem e sistemas de esgotamento, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo (BRANDÃO, PRUSKI & SILVA, 2009). Dentre os atributos físicos do solo, a taxa de infiltração de água, caracteriza-se como um dos mais importantes para avaliar a qualidade do solo, pois integra várias características como a estabilidade de agregados, selamento superficial, distribuição do tamanho e continuidade de poros, poros biológicos e a cobertura do solo (REICHERT et al., 2009).

Diversos estudos foram realizados com o fim de analisar alternativas para o despejo de esgotamento sanitário. Moreira et al. (2015) desenvolveram pesquisas apresentando análise da instalação de sumidouros no município de Patos, verificando se estes estavam de conformidade com a ABNT NBR 13969/1993. Obteve-se a conclusão de que pelas características locais do município de Patos e toda região situada no embasamento cristalino são locais impróprios para a destinação por meio de sumidouros. Através dos estudos de Sobrinho et al. (2011), foi verificado que vários fatores influenciam a escolha de alternativas de tratamento de água.

O contato do homem com águas poluídas pode provocar algumas doenças como a cólera, diarreia, dengue, hepatite, esquistossomose, e tantas outras infecções parasitárias (FUNASA, 2006). Uma das formas de se minimizar este problema é o tratamento do esgoto através de diferentes métodos como: estações de tratamento primária, secundária e terciária, fossas sépticas e sumidouros. O sistema de coleta de esgotos do município de Patos só atende aproximadamente 5% dos domicílios e a outra porcentagem lançados irregularmente nas galerias de águas pluviais e nas ruas aflorando de modo a gerar transtornos à população com problemas de “estouramento de galerias” proporcionando esgoto a céu aberto, infiltrações nas residências, emissão de gases com odor causando incomodo à população, desgaste das pavimentações, contaminação do Rio Espinharas e contaminação das falhas e fraturas aquíferas (MOREIRA e al., 2015).

O objetivo maior é determinar o coeficiente de permeabilidade do solo através de métodos experimentais, como também, determinar o perfil do solo e a qualidade de escoamento, com o intuito de analisar alternativas para o sistema de esgoto em Patos-PB, procurando assim contribuir para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar social, sendo resultado de um projeto de pesquisa desenvolvido no IFPB- Campus Patos, que tem o intuito de conciliar questões acadêmicas, sociais e ambientais. Para isso serão elaboradas tabelas e gráficos sobre o estudo prévio do solo da cidade, com valores de capacidade de absorção dos

solos do município de Patos-PB, em função das características desses solos enquadrando sua taxa de infiltração na faixa de valores sugerida por norma, e identificando a correlação entre os valores. Tal objetivo é concretizado com o cumprimento dos seguintes objetivos: classificar o solo através dos ensaios de análise granulométrica, determinar o coeficiente de permeabilidade do solo através dos ensaios experimentais e avaliar alternativas para a destinação de esgoto na cidade de Patos-PB.

Nas áreas onde o lençol freático se localiza em grandes profundidades, onde não há risco de contaminação, pode-se adotar como solução para a disposição dos efluentes os sumidouros. Já onde o nível do lençol é variável e muito raso, a melhor solução é a implantação de valas de infiltração. Após a passagem do esgoto pela fossa (onde ficam retidos os materiais sedimentáveis e flutuantes), ele deve ter seu destino final pré-determinado em valas de infiltração ou sumidouros. Estes destinos foram a base do tema em estudo, pois os efluentes devem percolar através do solo e se depurar. Como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende diretamente das características do solo, assim como do seu grau de saturação.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Sistemas de esgotamento sanitário**

O esgoto gerado pelas edificações é composto por materiais líquidos e por materiais sólidos, tanto sedimentáveis quanto flutuantes (AZEVEDO NETTO, 1985). Para que não haja uma contaminação dos solos, rios ou lagos com os dejetos humanos, esses efluentes devem ter seu destino final na rede pública coletora de esgotos. Segundo a ABNT, de acordo com a NBR 7229 (1993) e a NBR 13969 (1997) recomendam várias alternativas para a disposição e tratamento desses efluentes, um desses destinos é o solo. Porém deve-se ter o cuidado de estudá-lo antes de qualquer planejamento de construção de tanques sépticos, por exemplo, para que não haja uma contaminação indevida nem das águas superficiais nem das águas subterrâneas por nenhum dos microrganismos patogênicos contidos no esgoto.

As edificações que não dispõem de rede pública coletora de esgotos necessitam adotar medidas para o tratamento e disposição dos efluentes. Tais medidas, na sua grande maioria, são os sistemas compostos por tanques sépticos interligados em valas de infiltração ou sumidouros. A diferença entre valas de infiltração e sumidouros é basicamente que o sumidouro é uma unidade vertical para a disposição final dos efluentes de tanques sépticos, e a vala de infiltração é uma unidade horizontal.

Sumidouros, ou poços absorventes, podem ser definidos como um poço escavado, sem impermeabilização, que possibilita a infiltração dos efluentes líquidos, provenientes de fossas

sépticas, no solo (ABNT – NBR 7229, 1993). Para a execução de sumidouros, deve ser levada em conta uma distância mínima 30 m (trinta metros) de mananciais ou qualquer outra fonte de água. Também deve ser observado que seu furo não pode comprometer a estabilidade das edificações próximas e sua localização deve ser de fácil acesso, facilitando a sua inspeção, manutenção e limpeza. Na prática os sumidouros são executados com grandes profundidades, podendo chegar a 30 m (trinta metros) ou 40 m (quarenta metros).

## **2.2 Classificação e Permeabilidade dos solos**

A classificação do solo pode ser realizada dentro de diferentes critérios como, por exemplo, a sua origem, sua composição química, tamanho das partículas presentes. Os solos recebem designações segundo as dimensões das partículas compreendidas entre determinados limites convencionais. Geralmente, são classificados pela quantidade de grão do tamanho: argila, silte e areia, e, por vezes, agregados maiores, como cascalho e pedras. Para determinar a percentagem de cada fração presente no solo é feita a análise granulométrica. No Brasil, adota-se a ABNT – NBR 6502 (1995). “Dependendo de qual dos três componentes é dominante, falamos de um solo argiloso, siltoso ou arenoso” (MINKE, 2000).

As mais importantes propriedades do solo para uso na construção são: composição granulométrica, plasticidade, retração, umidade e grau de compactação (durante a sua execução). Por meio de procedimentos simples de laboratório, é possível conhecer a granulometria de determinado solo e aferir sobre a sua adequabilidade para a construção. Também é possível distinguir as percentagens de elementos constituintes do solo. O ensaio granulométrico, além de facilitar a escolha de determinada técnica construtiva, permite saber como corrigir a composição do material através da adição de elementos (técnica conhecida como estabilização).

A permeabilidade pode ser definida como sendo a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo o grau de permeabilidade expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade (K). Todos os solos são mais ou menos permeáveis, possuindo com isso valores específicos para o coeficiente de permeabilidade, que depende da viscosidade do fluido, do índice de vazios, do grau de saturação, do tamanho e da forma das partículas e dos poros. O coeficiente de permeabilidade pode ser determinado através de ensaios de laboratório em amostras de solo com estrutura preservada ou de ensaios “in situ”, onde o princípio de determinação baseia-se na lei de Darcy para escoamento laminar, segundo a qual, a velocidade de percolação é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico.

De acordo com Souza Pinto (2000), o coeficiente de permeabilidade indica a velocidade de percolação da água quando o gradiente hidráulico é igual à unidade. Esta velocidade, também chamada de velocidade de descarga é calculada dividindo-se a vazão pela área, no caso de um permeâmetro. A velocidade real é obtida dividindo-se a velocidade de percolação pelo índice de vazios do solo estudado. O coeficiente de permeabilidade apresenta valores que variam desde  $10^{-1}$  m/s para seixos e pode ser inferior a  $10^{-9}$  m/s para argilas (LAMBE & WHITMAN, 1979).

De acordo com Stephens (1996), a velocidade de percolação, na zona não saturada, varia em função das propriedades do meio poroso, das características do fluido e do teor de umidade volumétrica do material. A determinação de K por meio de ensaios em laboratórios proporciona maior controle, porém exige inúmeros cuidados na retirada de amostras representativas do solo que se deseja estudar.

Segundo Souza Pinto (2000) e Lambe & Whitman (1979), os ensaios de campo são menos precisos, devido ao elevado número de variáveis envolvidas, mas são realizados no solo em sua situação real.

## **2.2 A Educação Sanitária e Ambiental Informal**

A Educação Sanitária e Ambiental Informal atua principalmente através de campanhas populares que tem como objetivos a geração de atos e atitudes que levem ao conhecimento e compreensão dos problemas ambientais e a consequente sensibilização para a preservação dos recursos naturais (fauna, flora, rios, matas etc.), bem como prevenção de riscos de acidentes ambientais e correção de processos degenerativos da qualidade de vida na terra (poluições do ar e da água, enchentes, chuvas ácidas, aumentos e temperatura ambiente etc.). A Educação Sanitária e Ambiental Informal no seu processo de divulgação, na maioria dos casos necessita da utilização de técnicas de marketing ambiental, inclusive quando da identificação e percepção desses problemas ambientais, de forma que utiliza bastante os meios de comunicação de massa.

Vale salientar, que é importante em qualquer programa ou projeto de Educação Sanitária e Ambiental, seja no campo da formalidade ou informalidade, a aplicação de um enfoque interdisciplinar aproveitando o conteúdo específico de cada disciplina ou tema abordado, de modo que se adquira uma perspectiva global e equilibrada, tornando-se imperativa a cooperação / interação entre todas as disciplinas ou campos de atuação do tema, sendo importante à abordagem dos aspectos sociais, históricos, geográficos, matemáticos, de línguas, das artes, da filosofia e entre outras áreas.

### 3. Metodologia

A pesquisa adotou o método de abordagem hipotético-dedutivo, assim, se enquadra em dois gêneros: teórica e empírica. Quanto aos métodos de procedimento, foi adotado na pesquisa, conforme classificação de Marconi & Lakatos (2005), os métodos comparativos, para a pesquisa teórica, e estatístico, para a pesquisa empírica. Assim sendo:

- Pesquisa documental: a pesquisa documental sobre o tema constitui-se na revisão da literatura abordando a classificação dos solos, sistemas de esgotos e parâmetros para o bom desenvolvimento dos ensaios experimentais.
- Pesquisa de campo: a coleta das amostras foi feita através da seleção das áreas de estudo (cidade de Patos) com o intuito de traçar o perfil do solo estudado e, conseqüentemente, determinar o melhor sistema de esgoto para a cidade. As características físicas do solo foram obtidas através dos procedimentos descritos pela Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT), serão utilizadas as referidas normas para a realização dos ensaios: NBR 7181/1984: Análise granulométrica e NBR 13292/1995: Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante.

#### 3.1 Análise granulométrica: Método do peneiramento

A análise granulométrica de um solo é o estudo do tamanho das partículas ou grãos que compõem este solo; faz-se distribuindo-se em diversas frações de solos, conforme seus tamanhos. Essas frações do solo são expressas em porcentagens de peso da amostra tomada. A análise granulométrica de um solo serve para orientar sobre sua classificação e o comportamento do mesmo quanto a sua utilização na construção civil.

Desse modo, foi extraída uma quantidade de 2000 gramas de solo do terreno próximo ao do IFPB, em Patos-PB, para que o ensaio fosse realizado, utilizando-se alguns equipamentos, como: balança elétrica com sensibilidade de 0,1 gramas, pá de mão, rolo de madeira, almofariz, repartidor de amostras de 2,5 centímetros de abertura, duas bandejas metálicas, duas cápsulas de porcelana de 200 ml, agitador mecânico de peneiras, a série de peneiras (9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,42 mm; 0,30 mm; 0,15 mm; 0,075 mm) e uma estufa. Com isso, a amostra de solo foi previamente exposta ao ar livre numa bandeja metálica para que fosse seca, por um período de 6 horas. Posteriormente, foi encaminhada para o laboratório, realizando uma homogeneização do solo e, ao mesmo tempo, o desterroamento com um rolo de madeira. Em seguida, a amostra foi passada no repartidor

de amostras, sendo retirada apenas 1000 gramas do solo para, enfim, iniciar o ensaio de granulometria.

Após isso, foi traçada a curva granulométrica por meio dos dados de cada porcentagem passante do grupo de peneiras, extraindo, assim o D10 (diâmetro das peneiras que permitem passar 10% da areia em mm), o D30 (diâmetro das peneiras que permitem passar 30% da areia em mm) e o D60 (diâmetro das peneiras que permitem passar 60% da areia em mm), e conseqüentemente, encontrando o Coeficiente de Não Uniformidade (CNU), útil na classificação dos solos grosseiros, pois da indicação da graduação do mesmo; e o Coeficiente de Curvatura (CC), utilizado na identificação de descontinuidades na distribuição granulométrica.

$$CNU = \frac{D60}{D10} \quad CC = \frac{(D30)^2}{D10 \cdot D6}$$

Desse modo, com todos esses dados, foram definidos o perfil e as características específicas do solo por meio da seguinte tabela:

TABELA III - Classificação Unificada dos Solos

Processo para identificação no campo			Grupo	Designação característica		
SOLOS DE GRANULAÇÃO GROSSA	Mais de metade da fração grosseira e maior que a # nº 10	PEDREGULHOS PUROS (pouco ou nenhum fino)	Grãos cobrindo toda a escala de granulação com quantidade substancial de todas as partículas intermediárias	<b>GW</b>	Pedregulhos bem graduados, misturas de areia e pedregulho com pouco ou nenhum fino.	
			Predominância de um tamanho de grão ou graduação falhada (ausência de alguns tamanhos de grão)	<b>GP</b>	Pedregulhos mal graduados, misturas de pedregulho e areia com pouco ou nenhum fino.	
		PEDREGULHOS COM FINOS (apreciável quantidade de finos)	Finos não plásticos (ML ou MH).	<b>GF</b>	Pedregulhos siltosos, misturas de pedregulho, areia e silte mal graduados.	
			Finos plásticos (CL ou CH)	<b>GC</b>	Pedregulhos argilosos, misturas de pedregulho, areia e argila bem graduados.	
		Mais de metade da fração grosseira menor que a # nº 10	AREIAS PURAS (pouco ou nenhum fino)	Grãos cobrindo toda a escala de granulação com quantidade substancial de todas as partículas intermediárias	<b>SW</b>	Areias bem graduadas, areias pedregulhosas, com pouco ou nenhum fino.
				Predominância de um grão ou graduação falhada	<b>SP</b>	Areias mal graduadas, areias pedregulhosas, com pouco ou nenhum fino.
	AREIA COM FINOS (apreciável quantidade de finos)		Finos não plásticos (ML ou MH)	<b>SF</b>	Areias siltosas, misturas mal graduadas de areia e silte.	
			Finos plásticos (CL ou CH ou OH)	<b>SC</b>	Areias argilosas, misturas bem graduadas de areia e argila.	

**Tabela 1** – Classificação de solos de granulação grossa por meio do sistema unificado de classificação dos solos (SUCS). **Fonte:** Vargas (1977)

### 3.2. Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares

A aplicação deste método é restrita a solos granulares. Assim, após a análise granulométrica realizada e descrita anteriormente, e a constatação do tipo de solo ser confirmada como granular, o ensaio foi realizado. O conhecimento da permeabilidade do solo é de suma importância na escolha do devido sistema de esgotamento, como também, em obras de drenagem, barragens de terras e adensamentos. Conforme a norma, foi utilizado um

conjunto de aparelhos provenientes do laboratório de mecânica dos solos do IFPB-Campus Patos, são eles: permeâmetro do tipo 1, reservatório com filtro, proveta de vidro com capacidade de 0,25 litro, repartidor de amostras, funil, tubos nanométricos, jogo de peneiras (de acordo com a NBR 64570), balança de precisão, paquímetro, cronômetro, bandejas metálicas e concha metálica.

Inicialmente, foi realizado o peneiramento, onde o material passante na peneira 19,0 mm foi selecionado, com uma quantia aproximadamente (2000 gramas) para preencher o permeâmetro, em seguida, foi homogeneizado em uma bandeja. Ocorreu então o processo de preparação do permeâmetro. O permeâmetro foi dotado de: disco perfurado, colocado na base e com permeabilidade superior ao corpo de prova, saída para os tubos nanométricos, disco perfurado, colocado sobre o topo do corpo de prova e com as mesmas características do colocado na base. Assim, o corpo de prova foi formado, com 22 cm de comprimento, contendo na parte superior e inferior um material granular com permeabilidade superior ao do corpo de prova. Prosseguiu-se conectando os tubos manométricos ao reservatório, como também a proveta. Por fim, após um tempo decorrido na percolação da água por todo o corpo de prova até a proveta, foi coletado as informações referentes a vazão.



**Figura 1** – Permeâmetro do tipo 1 preparado para o ensaio. **Fonte:** Autor (2017)

Por meio dos valores obtidos no ensaio foi calculado o valor do coeficiente de permeabilidade (K), de acordo a Lei de Darcy, a partir da seguinte fórmula:

$$Q = k \frac{h}{L} A$$

Sendo: Q a vazão de percolação; K o coeficiente de permeabilidade; h/L o coeficiente hidráulico; A a área transversal ao escoamento.

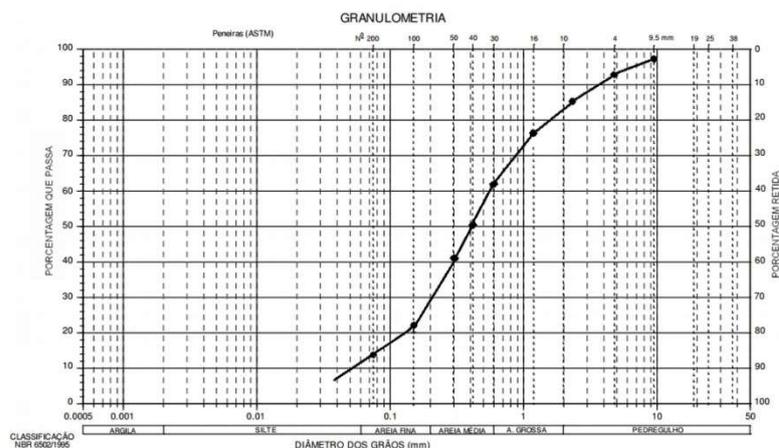
#### 4. Resultados e Discussões

Após todo o procedimento do ensaio de granulometria, descrito anteriormente, foram extraídas informações referentes as porcentagens de massa que ficaram retidas, bem como as passantes, em cada unidade do grupo de peneiras, ilustrado na seguinte tabela:

Peneira	Abertura (mm)	Massa retida (g)	Fração retida	Porcentagem retida (%)	Massa passante	Fração passante	Porcentagem passante (%)
3/8"	9,5	16,03	0,01603	1,6	984,96	0,98496	98,5
4	4,75	53,3	0,0533	5,3	931,66	0,93166	93,2
8	2,36	67,51	0,06751	6,7	864,15	0,86415	86,4
16	1,18	90,45	0,09045	9	773,7	0,773	77,3
30	0,59	153,84	0,15384	15,4	619,86	0,61986	62
40	0,42	114,98	0,11498	11,5	504,88	0,50488	50,5
50	0,297	94,58	0,09458	9,5	410,3	0,4103	41
100	0,149	197,82	0,19782	19,8	212,48	0,21248	22,2
200	0,074	71,51	0,07151	7,1	139,98	0,13998	14
Fundo	-	139,98	0,13998	14	0	0	0
Total	-	1000	1	100	-	-	-

**Tabela 2** – Resultados do ensaio de granulometria. **Fonte:** Autor (2018)

Com isso, foi possível desenvolver a curva granulométrica, demonstrada no seguinte gráfico:



**Figura 2** – Curva granulométrica criada a partir dos resultados do ensaio de granulometria.

**Fonte:** Autor (2018)

Desse modo, pôde-se constatar a partir do SUCS, que a porcentagem de finos (menor que 0,075 mm) foi menor que 50%, sendo mais específico, obteve uma porcentagem de aproximadamente 14%, assim comprovando que a amostra de solo analisada se tratava de um solo granular.

Prosseguindo o procedimento de cálculos, com base na curva granulométrica, foram extraídos os valores referentes ao D10 (0,05 mm), D30 (0,2 mm) e o D60 (0,59 mm), para que fosse determinado o Coeficiente de Não Uniformidade (CNU), tendo como resultado

11,8 mm, e o Coeficiente de Curvatura (CC), obtendo como resultado 1,35 mm. Com todos esses resultados, foi usada a tabela 1, e com isso, foi constatado que o solo se encaixava no grupo SC, com as seguintes características: areias argilosas, misturas bem graduadas de areia e argila.

Com a comprovação de que o tipo de solo estudado se tratava de granular, bem como, a execução do segundo ensaio (determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante), por meio dos dados obtidos no ensaio foi calculado o valor do coeficiente de permeabilidade (k) de acordo com a Lei de Darcy, descrita anteriormente. Assim, através dos cálculos foi determinado que o coeficiente de permeabilidade foi de aproximadamente 0,0001 cm/s. Dessa forma, com o coeficiente de permeabilidade determinado, em consonância com a tabela abaixo, foi possível determinar a característica de escoamento do solo analisado, sendo obtido o resultado de um aquífero pobre.

	<i>K</i>		<i>Material</i>	<i>Características de escoamento</i>
	<i>cm/seg</i>	<i>m/dia</i>		
$10^{+2}$	1 a 100	864 a 86400	Pedregulho limpo	Aqüíferos bons
	0,001 a 1	0,86 a 864	Areia limpas, misturas de areia limpas e pedregulho	
$10^{-3}$	$10^{-7}$ a $10^{-3}$	$8,64 \times 10^{-5}$ a 0,86	Areias muito finas; siltes; misturas de areia, silte e argila; argilas estratificadas	Aqüíferos pobres
$10^{-7}$	$10^{-9}$ a $10^{-7}$	$8,64 \times 10^{-7}$ a $8,64 \times 10^{-5}$	Argilas não alteradas	Impermeáveis

**Tabela 3-** Coeficientes de permeabilidade de solos típicos (Baseado em Casagrande).

**Fonte:** adaptado de Whitmer (1995).

Por possuir um aquífero pobre o solo possui pouca permeabilidade, o que influencia negativamente no uso de sumidouros e fossas sépticas, tendo em vista que os efluentes não iriam se depurar. Como foi mostrado por Moreira et al. (2015), a destinação de esgotamento em sumidouros é imprópria devido as características do município de Patos.

## 5. Considerações finais

Com o crescimento populacional acelerado do município de Patos, a coleta e deposição adequada dos esgotos torna-se um fator primordial, pois o mau funcionamento desse processo pode favorecer a ocorrência de doenças e, conseqüentemente, comprometer a qualidade de vida da população. Assim sendo, o engajamento da comunidade acadêmica em questões como essas contribui para que esse problema seja extinto. Com isso, por meio de

estudos desenvolvidos por discentes do IFPB- Campus, advindo de um projeto de pesquisa, foi possível concretizar o ensino escolar com o bem-estar social, bem como, com questões ambientais cotidianas.

De acordo com o que foi exposto, foi possível perceber que o município de Patos apresenta características peculiares em relação ao seu solo. Assim, a partir de pesquisas teóricas e empiristas o estudo realizado concretizou o objetivo de delimitar informações acerca do perfil do solo e a qualidade de escoamento, desse modo, favorecendo a escolha da melhor opção de sistema de esgoto. Ao final do trabalho os dados coletados em campo e laboratório foram devidamente processados e verificado quanto as suas consistências. De forma geral, levando em conta fatores econômicos, ambientais e as características do solo da região de Patos, foi constatado que o uso de sumidouros é ineficiente. Diante disso, uma fonte viável para uma possível solução na questão da coleta e deposição do esgotamento sanitário na cidade de Patos-PB são as valas de infiltração.

## **6. Referências**

ABGE. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 2013. Ensaio de Permeabilidade em Solos: orientações para a sua execução no campo. 4.ed. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502 – Rochas e solos. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181 – Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

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 13292 – Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante. Rio de Janeiro, 1995.

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.

AZEVEDO NETTO, J. M. (1985) Disposição de Efluentes de Tanques Sépticos Residenciais. Rev. Engenharia Sanitária, jan/mar 1985, 24 (1): 121-125.

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. P.; SILVA, D. D. Infiltração da água no solo. 3. ed. Viçosa, Minas Gerais, Ed. UFV, 2009. 120 p.

Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2006.

LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V. 1979. Soil Mechanics, SI version. Massachusetts Institute of Technology. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica – 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

MINKE, G., 2000. Earth Construction Handbook – The Building Material Earth in Modern Architecture. WIT Press, Great Britain, UK, 206 pp.

MOREIRA, S. A.; COSTA, S. A.; TRAJANO, L. L.; SOLÍS, J. F. A. V.; ARAÚJO, R. M. Disposição de esgoto no município de Patos-PB no estado da Paraíba, Brasil. 2015

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L.; REINERT, D. J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. Soil Tillage Research. Santa Maria, v.102, p.242-254. 2009.

SOBRINHO, M. S. S.; GOMES, T. C.; SOARES JR., A. G.; ERTHAL JR., M. Seleção de alternativas de tratamento de águas residuárias por auxílio multicritério à decisão. Minas Gerais, 2011.

SOUZA PINTO, C. de. 2000. Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. São Paulo. Oficina de textos, 247p.

STEPHENS, D. B. 1996. Vadose Zone Hydrology. Lewis Publishers.

TCHOBANOGLOUS, G.; SCHROEDER, E. D. Water Quality Management. v.1. Addison Wesley Publishing Company. Ed. Longman. 768 p. 1987.

VARGAS, M. Introdução à Mecânica dos Solos. ed. 1. Rio de Janeiro, 1977.

WHITLOW, R. Basic Soil Mechanics. 3th ed. Harlow: Longman, 1995. 559 p.