

Utilização de filtro intermitente de areia como pós-tratamento de esgoto doméstico – estudo da taxa de aplicação superficial

Robson Arruda dos Santos^[1], Gilson Barbosa Athayde Junior^[2]

[1]robson.santos@ifpb.edu.br. IFPB – Campus Cajazeiras/Unidade de Indústria – Construção Civil. [2]gilson@ct.ufpb.br. UFPB – Campus I/ Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

RESUMO

Esta pesquisa consiste no estudo da taxa de aplicação superficial para dimensionamento do filtro intermitente de areia, com ênfase ao aspecto construtivo deste. Trata-se de um parâmetro de projeto definido pela NBR 13969 (ABNT, 1997) como a relação entre a vazão de esgoto e a área superficial de uma unidade de tratamento. Foram consultadas as principais pesquisas que estudaram a utilização de filtro de areia como pós-tratamento de esgoto, dando destaque às taxas de aplicação superficiais adotadas nestes estudos, comparando-as com as recomendações da norma brasileira que trata do assunto. Os resultados obtidos mostram que a NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda um valor inferior aos obtidos por pesquisadores, brasileiros e estrangeiros; sendo que, em relação às pesquisas brasileiras, o valor da norma (100 L/m².dia) encontra-se sempre abaixo das taxas avaliadas. Assim, evidencia-se a necessidade de atualização da NBR 13969 (ABNT, 1997), posto que atenderia a demanda real para a construção de filtros de areia, reator de tratamento de baixo custo de construção e manutenção, e boa eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrificação. Os benefícios ao meio ambiente são incontestáveis, pois a melhoria da qualidade do efluente diminui o impacto nos corpos hídricos e no solo.

Palavras-chave: Tratamento de esgoto. Filtro de areia. Taxa de aplicação superficial.

ABSTRACT

This research is the study of surface application rate for intermittent sand filter sizing, with emphasis to its constructive aspect. It is a design parameter set by the NBR 13969/1997 like the relation between the flow of sewage and surface area of a treatment unit. We examined the main research projects that studied the use of sand filter as post-treatment sewage, highlighting the superficial application rates used in these studies, comparing them with the recommendations of the Brazilian standard that deal with it. The results show that the NBR 13969/97 recommends a lower value to those obtained by Brazilian and foreigner researchers, and regarding Brazilian research, the value of the standard (100 L / m².dia) is always below the rates evaluated. Thus, we highlight the need to update the NBR 13969/97, for that would meet the actual demand for building sand filters, reactor treating of low cost of construction and maintenance, and good removal efficiency of organic matter and nitrification. The environmental benefits are indisputable and the improvement of the quality of the effluent decreases the impact on water bodies and soil.

Keywords: Sewage treatment. Sand filter. Rate of surface application.

1 Introdução

O saneamento básico, com destaque ao esgotamento sanitário, é uma importante ferramenta para a preservação dos recursos hídricos, visto que os esgotos são descartados na maioria das vezes em corpos hídricos sem um tratamento adequado.

A garantia do direito ao saneamento está disposta como diretriz da Política Urbana, na Lei nº 10.257/2001, em seu artigo 2º (BRASIL, 2013). Contudo, o cenário atual das condições de infraestrutura urbana, relacionadas à coleta e ao tratamento de efluentes, não atende a grande parte da população brasileira.

A quantidade de municípios atendidos com esgotamento sanitário no Nordeste brasileiro é muito baixa. Os piores resultados são dos estados do Piauí e Maranhão, com apenas 4 e 5%, respectivamente, de municípios atendidos (BRASIL, 2015). As outras regiões também apresentam índices baixos de esgotamento; trata-se de um problema nacional.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o índice médio nacional de atendimento da população identificado para o abastecimento de água foi de 82,5%, enquanto o percentual médio de atendimento por rede de coleta de esgoto constatado foi de apenas 48,6%. Além disso, a abrangência dos serviços de saneamento apresenta grande variação entre os estados do país: enquanto o Sudeste apresenta percentual de coleta de esgoto acima de 70% de cobertura, o Norte apresenta 6,5% e o Nordeste 22,1%. (BRASIL, 2015).

Os sistemas de coleta e transporte de esgotos podem ser individuais ou coletivos. Os sistemas coletivos são adotados para o atendimento de uma comunidade e são constituídos por uma rede, que recebe os esgotos para transportá-los adequadamente. O atendimento com relação ao tratamento do esgoto gerado por essa comunidade é realizado através de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que requer investimento para construção; assim, em pequenos municípios, obras de saneamento desse porte sequer são levadas em consideração pelos governantes como solução para o tratamento dos efluentes.

Na ausência desse sistema coletivo (por dificuldade de implantação ou inviabilidade), são adotadas soluções individuais, em que a coleta, o tratamento e a disposição final dos efluentes são realizados de modo a atender apenas uma unidade residencial, ou um pequeno número delas.

Os sistemas individuais mais comuns consistem em tanques sépticos, seguidos por sumidouros; ou, ainda, tanques sépticos, filtros anaeróbios e sumidouros. A inserção do filtro de areia após o tanque séptico ou filtro anaeróbio confere ao sistema de tratamento elevada eficiência de remoção de matéria orgânica, assim, a qualidade do efluente desses sistemas individuais será significativamente melhorada, contribuindo para a diminuição do impacto ambiental nos corpos d'água e no solo. O Plano Nacional de Saneamento Básico apresenta como ação estruturante a revalorização de soluções individuais para o esgotamento sanitário.

Esta pesquisa consiste no estudo da taxa de aplicação superficial para dimensionamento do filtro de areia, com efluentes de tanque séptico e filtro anaeróbio. Trata-se de um parâmetro de projeto definido pela NBR 13969 (ABNT, 1997) (Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação), no item 3.23, como a relação entre a vazão de esgoto e a área superficial de uma unidade de tratamento.

Segundo a NBR 13969 (ABNT, 1997), as taxas de aplicação são de, no máximo, 100 L/m².dia, quando da aplicação direta de efluentes de tanques sépticos, e 200 L/m².dia, para efluentes de processos aeróbios de tratamento. Esta Norma não faz menção à taxa de aplicação a ser adotada para efluente de filtro anaeróbio, deixando aberta a escolha da taxa de aplicação para o dimensionamento.

O estudo foi desenvolvido através da pesquisa bibliográfica de pesquisas acerca do tema, evidenciando seus resultados em comparação com as recomendações da norma brasileira que trata dos parâmetros de projeto de filtros de areia.

1.1 Características construtivas dos filtros de areia

A NBR 13969 (ABNT, 1997) traz recomendações para construção de filtros de areia para pós-tratamento de esgoto, na qual se encontram algumas características técnicas para a construção destes:

a) sobre a superfície do filtro aberto de areia, devem ser admitidas somente as águas das precipitações pluviométricas diretas;

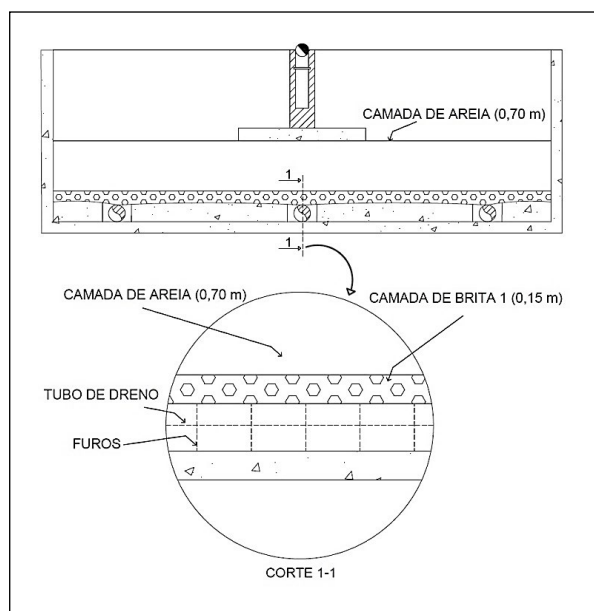
b) não devem ser permitidas percolações ou infiltrações de esgotos ao meio externo ao filtro de areia;

c) conforme a necessidade local, pode ser empregado o filtro compacto pré-fabricado de pressão em substituição ao filtro aberto.

Essas recomendações visam a manutenção da condição aeróbia do processo de tratamento do esgoto nos filtros, bem como a estanqueidade deste, com o intuito de não contaminar o solo da área de instalação do sistema de tratamento.

A NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda os materiais do meio filtrante, bem como a profundidade do leito de areia a ser considerada na construção do filtro. A configuração geométrica do filtro pode variar (filtros circulares ou retangulares), sendo que estes devem possuir uma camada de 70 cm de areia, 15 cm de brita (fundo) e um dreno para saída do efluente tratado. A Figura 1 apresenta o esquema proposto pela norma.

Figura 1 – Esquema de filtro de areia, NBR 13969



Fonte: ABNT, 1997.

1.2 Definição e parâmetros de manutenção e operação dos filtros de areia

A NBR 13969 (ABNT, 1997) define filtro de areia como um tanque preenchido de areia e outros meios filtrantes, com fundo drenante e com esgoto em fluxo descendente, onde ocorre a remoção de poluentes, tanto por ação biológica quanto física (Figura 1). Jordão e Pessoa (1995) discorrem que é incorreto chamar esse sistema de filtro, posto que o seu funcionamento não possui como mecanismo principal a filtragem, pois a população microbiana presente no leito de areia é

similar àquela encontrada em sistemas de lodos ativados. Nesta linha de pensamento, Kristiansen (1981) discorre que o leito de areia, juntamente aos microrganismos, forma um filtro vivo.

Apesar de suas vantagens já conhecidas, o uso do filtro de areia no Brasil ainda é limitado, tendo ganhado notoriedade com a publicação da norma específica para o pós-tratamento de efluente do tanque séptico, a NBR 13969 (ABNT, 1997).

Com relação à taxa de aplicação superficial nos filtros de areia, a NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda a aplicação no valor limitado a 100 L/m².dia, quando da aplicação direta de efluentes de tanques sépticos, e 200 L/m².dia, para efluentes de processos aeróbios.

A NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda a aplicação dos filtros de areia como forma de pós-tratamento de efluentes, nas seguintes situações:

- Se o lençol freático estiver próximo à superfície do terreno; devido à eficiência de remoção/tratamento nos filtros;
- Se a legislação da qualidade das águas dos corpos receptores impuser uma alta remoção de poluentes do efluente gerado no tanque séptico ou no filtro anaeróbio.

Tratando-se dos aspectos de dimensionamento e operação dos filtros intermitentes, de filtração lenta, tem-se:

- A especificação do material para filtração;
- Manutenção da condição aeróbia e intermitência na aplicação de esgotos;
- Taxa de aplicação;
- Alternância de uso;
- Manutenção.

Dos aspectos listados acima, tratar-se-á com mais detalhe neste trabalho sobre a taxa de aplicação superficial.

1.3 Colmatação

A colmatação consiste na redução da área transversal dos espaços vazios de um determinado meio poroso, disponíveis ao fluido percolante. É um processo que ocorre ao longo do tempo, que reduz a eficiência do sistema drenante (REMÍGIO, 2006).

Em consulta a trabalhos que trazem estudos sobre a colmatação, alguns autores (LEFEVRE, 1988; SCHMITT, 1989; BANCOLÉ, 2001; MENORET, 2001)

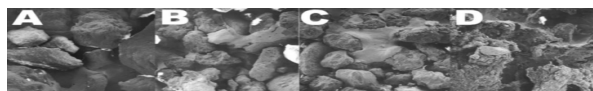
discorrem sobre três origens para esse processo: física, química e biológica.

- A colmatação física resulta do depósito dos sólidos suspensos que reduz a porosidade do leito filtrante. Verifica-se maior atividade em leitos com granulometrias mais finas, e menor atividade nos que têm granulometrias mais grosseiras.
- A colmatação química resulta da deposição de sais dissolvidos no interior dos poros por precipitação, ou ainda pela ação defloculante do íon sódio, caracterizando-se pela cimentação dos cinco primeiros centímetros do leito de areia.
- A colmatação biológica caracteriza-se por uma camada negra e decorre da submersão por períodos prolongados da superfície de infiltração. Essa camada é rica em bactérias que produzem polímeros extracelulares em grande quantidade. Kang *et al.*, (2007) relata um exemplo de colmatação biológica em taxas de aplicação superficial elevadas.

Rodgers *et al.* (2004) apresentam resultados sobre colmatação em filtros intermitentes de areia, relacionando a acumulação de biomassa e deposição de partículas sólidas em suspensão no meio filtrante.

A Figura 2 mostra o resultado do estudo de Rodgers *et al.* (2004). São análises de microscopia eletrônica de varredura dos grãos de areia grossa, camada superior, tomadas com uma ampliação de 40 vezes. (A) amostra de areia limpa; (B) amostra com uma profundidade de 0,07 metros abaixo da superfície após 806 dias de operação; (C) amostra com uma profundidade de 0,02 metros abaixo da superfície após 806 dias de operação; (D) amostra de superfície após 806 dias de operação.

Figura 2 – Resultados de colmatação em diferentes profundidades



Fonte: RODGERS *et al.*, 2004.

Os resultados de Rodgers *et al.* (2004) mostram a matéria orgânica aderida ao meio filtrante. Em filtros de areia intermitentes, o principal mecanismo responsável pela colmatação indica ser o desenvolvimento de biofilme, que segundo o autor é em grande parte um fenômeno de superfície.

2 Metodologia

Foram utilizadas duas fontes: artigos de pesquisas realizadas na área de tratamento de esgoto, que investigaram a inserção do filtro intermitente de areia; e as recomendações da NBR 13969 (ABNT, 1997), que dispõe dos parâmetros técnicos para projeto e construção dos filtros.

Com base nos resultados encontrados, buscou-se analisar se a NBR 13969 (ABNT, 1997) atende as necessidades dos engenheiros que projetam instalações de tratamento de esgoto que inclui filtro de areia, visto que esta alternativa ainda não é popular no Brasil.

3 Resultados e discussões

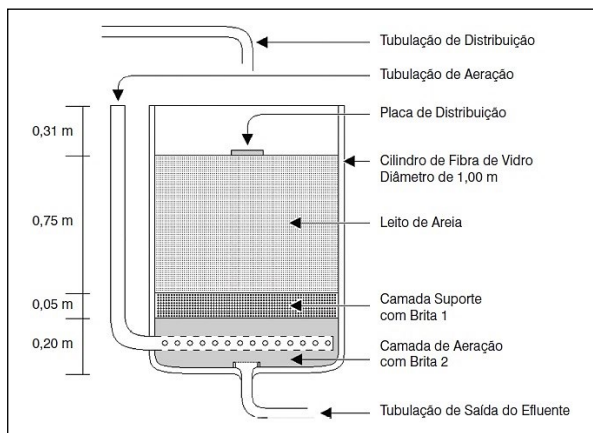
A NBR 13969 (ABNT, 1997) define taxa de aplicação hidráulica superficial como a relação entre a vazão de esgoto e a área superficial de uma unidade de tratamento; sendo um dos parâmetros de projeto e operação de filtros de areia.

Em uma pesquisa com sistema composto pela combinação de filtro anaeróbio com filtro de areia, para tratamento de esgoto domiciliar, Tonetti *et al.* (2012) chegaram a uma eficiência global de remoção de 93% da matéria orgânica.

No mesmo estudo, Tonetti *et al.* (2012) discorrem sobre taxas de aplicação, ressaltando que, quanto a este quesito, a NBR 13969 (ABNT, 1997) é extremamente conservadora para a taxa limite de aplicação de efluente anaeróbio; a norma orienta o máximo de 100 L/m².dia para efluentes oriundos de tanques sépticos e 200 L/m².dia quando proveniente de um tratamento aeróbio. Na pesquisa, o autor afirma que, com os resultados obtidos em seu trabalho, fazendo uma extrapolação para o desempenho ao longo de todo um dia de funcionamento, pode-se chegar a uma taxa de aplicação de 500 L/m².dia, mantendo a mesma remoção de DBO₅.

A Figura 3 mostra o esquema dos filtros da pesquisa realizada por Tonetti *et al.* (2012), em que se pode observar a profundidade do leito filtrante, 75 cm de areia e 25 cm de brita. A NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda 70 cm de leito de areia e 25 cm de camada de brita para drenagem.

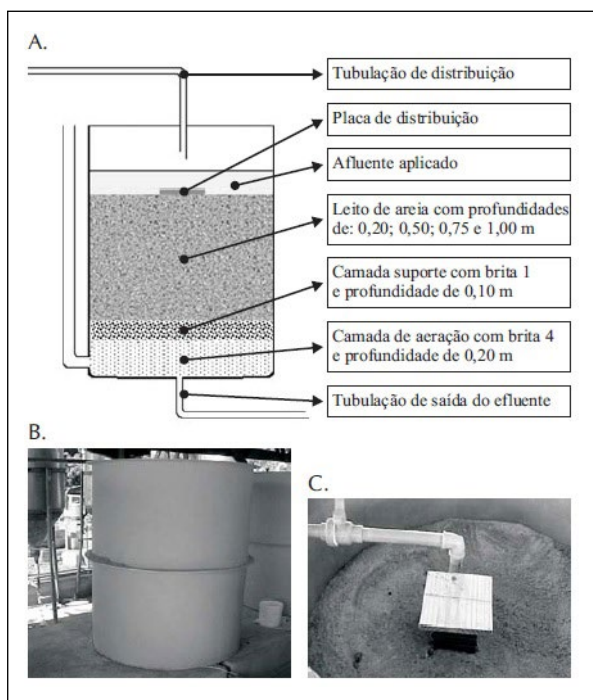
Figura 3 – Esquema e fotos do filtro de areia



Fonte: TONETTI *et al.*, 2012.

Tonetti *et al.* (2005, 2010) avaliaram a eficácia da associação dos filtros de areia aos filtros anaeróbios com recheio de bambu, utilizando esgoto doméstico de pequenas comunidades rurais. Foi avaliada a variação de profundidade do leito de areia dos filtros, bem como a aplicação de diferentes taxas de aplicação superficial. Os leitos de areia foram fixados em 0,20, 0,50, 0,75 e 1,00 m (Figura 4); as taxas de aplicação foram distribuídas em 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 240 e 300 L/m².dia.

Figura 4 – Esquema dos filtros de areia



Fonte: Tonetti *et al.*, 2010.

O estudo de Tonetti *et al.* (2005, 2010) apresentou melhores resultados para remoção de matéria orgânica nos filtros com leito de areia nas profundidades de 0,75 e 1,00 m, valores próximos ao recomendado pela norma quanto à profundidade a ser adotada em projeto; os filtros com profundidades de 0,25 e 0,5 m obtiveram resultados satisfatórios apenas para taxas de aplicações pequenas (20 e 40 L/m².dia), muito abaixo do recomendando pela ABNT. O aumento das taxas de aplicação resultou no decréscimo da eficiência de remoção de DBO₅ e DQO, mesmo nos filtros de maior profundidade (0,75 e 1 m).

Darby *et al.* (1996), em pesquisa com meios filtrantes uniformes, com diferentes frequências de aplicação, não encontraram diferença entre as areias com tamanhos efetivos distintos, aplicando taxa de 163 e 326 L/m².dia, com relação ao comportamento dos parâmetros DBO₅, DQO, SS e turbidez. A diferença deu-se, principalmente, pela variação das taxas de aplicação; ao aumentá-las, a remoção de matéria orgânica nos reatores diminuía.

Dultra (2007) estudou os efeitos da variação de tamanhos efetivos, o coeficiente de uniformidade das areias que preenchiam os filtros, a frequência de aplicação do esgoto e a variação das taxas de aplicação superficial. Ele constatou o mesmo que Darby *et al.* (1996) e Silva (2006), que os tamanhos efetivos não são relevantes nos resultados de remoção de matéria orgânica. Os parâmetros mais importantes consistem na frequência de aplicação — quanto mais distribuída durante o dia, melhor o desempenho do filtro — e na taxa de aplicação superficial de esgoto; o aumento desta implicou em uma redução da eficiência do filtro.

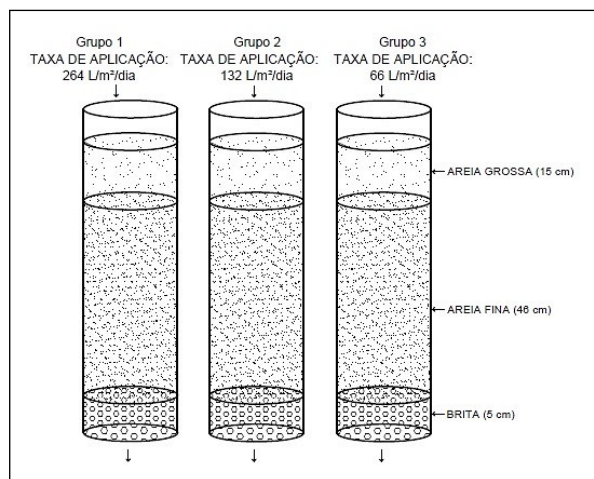
Tonetti *et al.* (2012) avaliaram diferentes taxas de aplicações em filtros de areia para pós-tratamento de efluentes de filtros anaeróbios. Os referidos autores variaram as taxas em 50, 100, 150 e 200 L/m².dia e chegaram a resultados de remoção decrescente à medida que aumentava a quantidade de esgoto disposta nos filtros, com pouca diferença entre os resultados, visto que as taxas são baixas, comparadas ao estudo de Dultra (2007) e Darby (1996).

Kang *et al.* (2007) aplicaram taxas superficiais de 264, 132 e 66 L/m².dia em três filtros de areia estratificados constituídos com duas camadas de areia: 46 cm de areia fina (d₁₀: 2,4 mm; CU: 1,35), e 15 cm de areia grossa (d₁₀: 0,93 mm; CU: 1,50), além de 5 cm de brita (d₁₀: 3,8 mm; CU: 1,68), durante 81 dias (Figura 5). Eles obtiveram remoção de 99, 98 e 88% de DBO₅, respectivamente, para as taxas de aplicação de 66, 132

e 264 L/m².dia. Quando aplicadas taxas elevadas (264 L/m².dia), ocorreu a formação de uma camada escura na superfície do filtro com 30 dias e na camada mais profunda com 50 dias; os autores atribuem esse fato à aplicação de elevadas taxas superficiais, contudo, não investigaram com detalhes as causas da camada escurecida. Concluíram, portanto, que a adoção de taxas de aplicação superficiais menores resulta em bons desempenhos, atendendo os requisitos rigorosos da descarga a um custo razoável.

A Figura 5 mostra o detalhe do filtro pesquisado por Kang *et al.* (2007). Diferente do recomendado no Brasil, os autores utilizaram areias de tamanhos efetivos diferentes, dispostas em duas camadas.

Figura 5 – Filtros de areia pesquisados por Kang *et al.* (2007)



Segundo Ausland *et al.* (2002), a aplicação de baixas taxas, menor tamanho efetivo dos grãos do meio filtrante e distribuição uniforme influenciam na operação do filtro, aumentando o tempo de retenção e diminuindo a dispersão do efluente no filtro. Os referidos autores chegaram a tais resultados em um trabalho realizado com o objetivo de remoção de coliformes e estreptococos fecais em filtros de areia, em que avaliaram as taxas de aplicação superficiais de 20, 40 e 80 L/m².dia, métodos de distribuição (pressão ou gravidade), e variaram o diâmetro efetivo da areia, na faixa de 0,08 – 2,05 mm, e o coeficiente de uniformidade, de 1,46 a 15.

Os resultados obtidos por Ausland *et al.* (2002) confirmaram que a uniformidade do fluxo de efluente na superfície, camada com pequena profundidade, do filtro é um importante fator, uma vez que uma taxa de remoção mais elevada nessa camada resulta em

uma adequada renovação de oxigênio, maior número de protozoários ativos e menores tamanhos de poros devido a maior retenção sólidos (MELO, 2013).

O diâmetro efetivo tem dividido opiniões quanto sua influência no desempenho dos filtros de areia. Enquanto Darby (1996), Silva (2006) e Dultra (2007) defendem que outros fatores são mais importantes, Ausland *et al.* (2002) e Torrens *et al.* (2009) defendem que o tamanho efetivo da areia tem uma relação direta com a infiltração do afluente e a profundidade de penetração com a matéria sólida insolúvel. Quando são adotadas partículas maiores para o meio filtrante, há uma maior velocidade de passagem do fluxo dentro do filtro, provocando uma inadequada decomposição biológica e baixa retenção do líquido, visto que não ocorre o adequado contato íntimo entre o afluente percolado e os poros do meio filtrante (MELO, 2013).

Darby (1996), Silva (2006), Dultra (2007), Torrens *et al.* (2009) e Anderson *et al.* (1985) defendem a frequência de dosagem como fator importante na operação dos filtros, ou seja, não se avalia apenas o volume de esgoto aplicado por dia, mas também como esse volume é distribuído.

Torrens *et al.* (2009) afirmam que o fracionamento das taxas de aplicação aumenta o tempo de retenção, existindo um contato mais intenso entre o meio filtrante e o afluente, resultando em uma maior eficiência do reator.

Cohim (2006) concluiu em seu estudo que o aumento da frequência de aplicação resulta em um funcionamento de filtro com maior eficiência. Porém, o excessivo fracionamento acarreta a perda de intermitência na carreira do filtro devido à relação deste com a condutividade hidráulica do meio poroso.

Foram resumidos os resultados (remoção de matéria orgânica) de diversos pesquisadores que estudaram a variação de taxa de aplicação superficial em filtros de areia, dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados de trabalhos de pesquisas sobre taxas de aplicação em filtros de areia

| Trabalhos (autores) | Pré-tratamento | Taxa de aplicação superficial (L/m ² .dia) | Remoção % | |
|----------------------------|----------------|---|------------|-------------------------|
| | | | DQO (mg/L) | DBO ₅ (mg/L) |
| Darby <i>et al.</i> (1996) | Tanque séptico | 323 | 71,6 | 76,1 |
| Darby <i>et al.</i> (1996) | Tanque séptico | 163 | 94,3 | 99,5 |

(Continua)

(Continuação)

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|------|---|----|
| Dultra (2007) | Contactador Biológico Rotativo – CBR | 400 | - | 85 |
| Dultra (2007) | Contactador Biológico Rotativo – CBR | 1100 | - | 80 |
| Dultra (2007) | Contactador Biológico Rotativo – CBR | 1400 | - | 75 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 20 | | 96 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 40 | | 97 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 60 | | 98 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 80 | | 97 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 100 | | 91 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 120 | | 91 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 160 | | 91 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 180 | | 90 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 200 | | 78 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 240 | | 71 |
| Tonetti et al. (2005, 2010) | Filtro anaeróbio | 300 | | 81 |
| Tonetti et al. (2012) | Filtro anaeróbio | 50 | - | 85 |
| Tonetti et al. (2012) | Filtro anaeróbio | 100 | - | 84 |
| Tonetti et al. (2012) | Filtro anaeróbio | 150 | - | 83 |
| Tonetti et al. (2012) | Filtro anaeróbio | 200 | - | 82 |

(Continua)

(Continuação)

| | | | | |
|--|----------------|----------|--|----|
| Kang et al., 2007 | Sem informação | 66 | | 99 |
| Kang et al. (2007) | Sem informação | 132 | | 98 |
| Kang et al. (2007) | Sem informação | 264 | | 88 |
| Gratham et al. (1949) apud Dultra (2007) | Sem informação | 70 – 160 | | 90 |
| Furman et al. (1955) apud Dultra (2007) | Sem informação | 80 – 530 | | 92 |
| Ronayne et al. (1984) apud Dultra (2007) | Sem informação | 10 – 40 | | 98 |
| Nolte e Associates (1992) apud Dultra (2007) | Sem informação | 50 | | 94 |
| Nor (1991) apud Dultra (2007) | Sem informação | 40 – 160 | | 99 |
| Nolte e Associates (1992) apud Dultra (2007) | Sem informação | 20 | | 96 |

Os valores de remoção apresentados no Quadro 1 foram obtidos por pesquisas em que não se tem um padrão de filtro de areia, variam a profundidade do leito de filtrante, as características granulométricas da areia, a frequência de aplicação do esgoto etc. Contudo, a diminuição da remoção de matéria orgânica, à medida que se aumenta o volume de esgoto aplicado diariamente (taxa de aplicação superficial), é notória.

Alguns resultados mostram pouca diferença no decréscimo de remoção pelos filtros avaliados ao aumentar as taxas de aplicação superficial, estatisticamente considerados iguais. Entretanto, levando em consideração as diretrizes para o projeto de engenharia, deve-se nortear para o emprego de uma taxa de aplicação em que sejam considerados

os aspectos: área para construção do sistema de tratamento e eficiência deste.

Os trabalhos supracitados (Quadro 1) não avaliam nesse viés; mostram que a queda na remoção se dá pela maior quantidade de esgoto aplicado; não estudam inserção de outros reatores; e não chegam a uma taxa de aplicação superficial adequada para projetos na região estudada.

4 Conclusão

Os resultados das pesquisas evidenciam os elevados percentuais de remoção de matéria orgânica em filtros de areia operados com taxa de aplicação superiores ao que recomenda a NBR 139969 (ABNT, 1997), ficando evidente a necessidade de atualização desta. O principal impacto na adoção de maiores taxas para o dimensionamento dos filtros consiste na diminuição da área requerida para sua construção.

Por exemplo: utilizando-se uma taxa de aplicação de 100 L/m².dia (como recomenda a norma brasileira) temos uma área necessária de “x” m², para uma vazão diária de esgoto “y” L/dia; ao utilizar uma taxa de 300 L/m².dia a área requerida, para a mesma vazão diária, passa a ser “x/3” m². Um dos principais entraves para a utilização dos filtros encontra-se nas grandes áreas que eles ocupam, posto os valores encontrados na NBR 13969 (ABNT, 1997); resolvendo essa questão, a inserção destes reatores de tratamento contribui para o lançamento de efluente tratado de melhor qualidade nos corpos aquáticos, bem como no solo.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. *et al.* **Tec Assess of Int Sand Filter**. Municipal Environmental Research Laboratory. Cincinnati, Ohio: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1985.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13969 - Tanques Sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AUSLAND, G. *et al.* Intermittent filtration of wastewater – Removal of fecal coliforms and fecal streptococci. **Water Research**. v. 36, n. 14, p. 3507–3516, 2002.

BANCOLÉ, A. **L’Oxidation en infiltration percolation**. 2001. 151 p. These (Doctorat) — Université de Montpellier II, Montpellier, 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2013**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, 2015.

COHIM, E. **Polimento de efluente de UASB com filtros intermitentes de areia**. 200X. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

DARBY, J. *et al.* Shallow Intermittent Sand Filtration: Performance Evaluation. **The Small Flows Journal**, 2 (1). 1996.

DULTRA, F. A. **Aplicação da filtração intermitente em leite de areia e de escória da metalurgia do cobre no tratamento de esgotos com ênfase em reuso**. 2007. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) — Programa de Pós-Graduação em Produção Limpa, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2007.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed., Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KANG, Y. W. *et al.* Treatment of turkey processing wastewater with sand filtration. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 1460-1466, 2007.

KRISTIANSEN, R. Sand-filter trenches for purification of septic tank effluent: III. The micro flora. **Journal of Environmental Quality**. v. 10. n. 3, p. 361–364, 1981.

LEFEVRE, F. **Epuration des eaux usées urbaines en infiltration percolation. Etude expérimentale et définition de procédé**. 1988. 341 p. These (Doctorat) Université de Montpellier II, Montpellier, 1988.

MELO, J. K. A. **Pós-tratamento de efluentes de reator UASB em filtro anaeróbio submerso e filtro de areia de fluxo intermitente**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) — Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

MENORET, C. **Traitement D’Efluentes Concertres par Cultures Sur Gravier ou Pouzzolane**. 2001. 151 p. These (Doctorat) Université de Montpellier II, Montpellier, 2001.

REMÍGIO, A. F. N. **Estudo da colmatação biológica de sistemas filtro-drenantes sintéticos de obras de disposição de resíduos domésticos urbanos sob condições anaeróbias**. 2006. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RODGERS, M. *et al.* Surface clogging in an intermittent stratified sand filter. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, Wisconsin, v. 68, p. 1827-1832, 2004.

SCHMITT, A. **Modélisation de l'épuration par infiltration**. 1989. 297 p. These (Doctorat). Université de Montpellier II, Montpellier, 1989.

SILVA, E. H. B. C. **Polimento de efluente de UASB com Filtros intermitentes de areia**. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) — Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

TONETTI, A. L. *et al.* Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando a utilização em áreas rurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 227-234, 2010.

TONETTI, A. L. *et al.* Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgotos domésticos por filtros de areia. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 209-218, 2005.

TONETTI, A. L. *et al.* Tratamento de esgoto e produção de água de reuso com o emprego de filtros de areia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.17, n. 3, p. 287-294, 2012.

TORRENS, A. *et al.* Removal of bacterial and viral indicators in vertical flow constructed wetlands and intermittent sand filters. **Desalination**, n. 246, p. 169-178, 2009.