

## II-556 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES E OVOS DE HELMINTOS NO CONTEÚDO DE FOSSAS E TANQUES SÉPTICOS

**Yannice Tatiane da Costa Santos<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Gestão Ambiental. Mestre em Engenharia Sanitária. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Dayana Melo Torres**

Bióloga e Tecnóloga em Gestão Ambiental. Mestranda em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPgES/UFRN).

**Cícero Onofre de Andrade Neto**

Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPgES/UFRN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646- CE - CEP: 63040-540 - Brasil - Tel: (88) 2101-5300 - e-mail: [yannice@ifce.edu.br](mailto:yannice@ifce.edu.br)

### RESUMO

A cidade de Natal (Rio Grande do Norte) apresenta somente 32% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário, sendo as fossas e os tanques sépticos os principais destinos dos esgotos domésticos nessa cidade. Em virtude dos diferentes aspectos construtivos, esses sistemas anaeróbios atuam de formas distintas. Este trabalho objetiva analisar por comparação as concentrações de coliformes termotolerantes, ovos de helmintos e sua viabilidade, no conteúdo de fossas e tanques sépticos de sistemas residenciais. Coletou-se o conteúdo de fossas e tanques sépticos em 24 residências unifamiliares na cidade de Natal, por meio de um amostrador em coluna, de forma a contemplar parcelas proporcionais da massa líquida, da espuma e dos sedimentos presentes no interior dos tanques sépticos (TS) e fossas (F). Da totalidade dos sistemas unifamiliares coletados, 10 eram fossas e 14 eram tanques sépticos. Verificou-se que em ambos os sistemas as concentrações de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos foram elevadas. Em relação aos coliformes termotolerantes, a pouca diferença entre as medianas dos dois grupos de sistemas ocorreu por não haver renovação contínua no interior das fossas, devido a vazão de esgoto infiltrado no solo ser bem menor quando se compara com a vazão efluente que sai pela tubulação do tanque séptico, oferecendo menor tempo de renovação dessas bactérias. O número de ovos de helmintos foi superior nas fossas devido à “filtração” do conteúdo pelas paredes além de ter sido influenciada pelo período de esgotamento longo, pois cerca de 58% das residências apresentou período igual ou maior que 3 anos. Em apenas uma residência do grupo das fossas verificou-se ovos viáveis (cerca de 46% de viabilidade).

**PALAVRAS-CHAVE:** Coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, lodo de fossa, tanque séptico.

### INTRODUÇÃO

De acordo com a CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (2008), a cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, possui 32% de seus domicílios atendidos pela rede coletora de esgotos. As estatísticas do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007) apontam que 127.680 dos 177.783 domicílios utilizam fossas e tanques sépticos, o que equivale a 71,82% das residências da cidade do Natal.

Andreoli *et. al.* (2009) comentam que fossas e tanques sépticos são funcionalmente distintos. Os tanques sépticos constituem-se como uma unidade de tratamento de esgotos, havendo um destino final para seus efluentes, normalmente, sumidouros ou valas de infiltração; enquanto que as fossas são utilizadas para disposição final dos esgotos.

Em regiões de clima quente os sistemas anaeróbios são eficientes na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, mas pouco eficazes quanto à remoção de microorganismos patogênicos ou indicadores de contaminação fecal (ANDRADE NETO, 2004). No caso das fossas e tanques sépticos, não são observadas diferenças significativas entre as concentrações de bactérias fecais, conforme destacado por Ratis (2009), que caracterizou os resíduos esgotados por carros limpa-fossa em Natal e obteve uma concentração média de

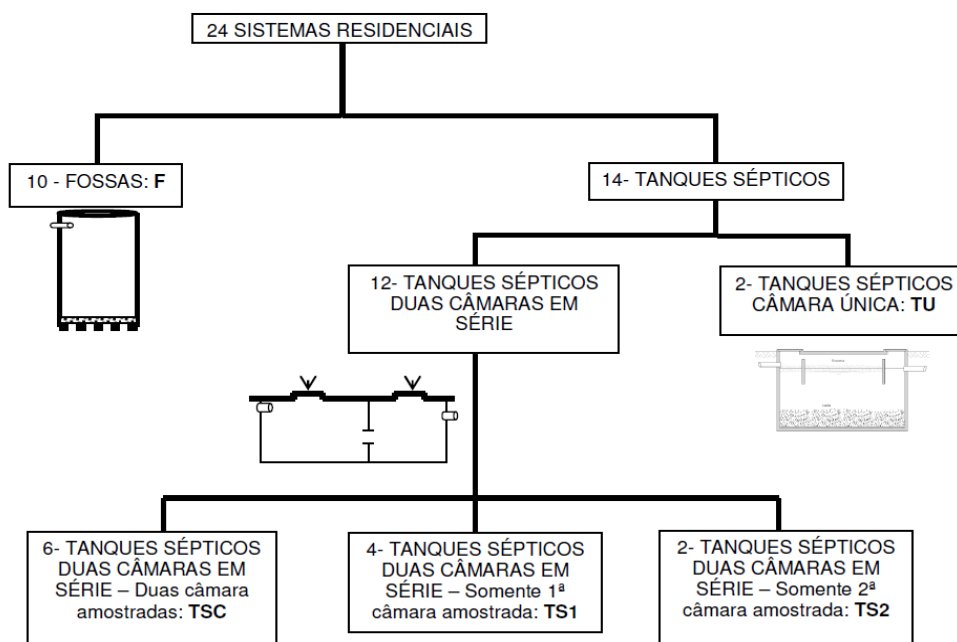
coliformes fecais igual a  $1,38 \times 10^7$  UFC/100mL. Entretanto as características dos sistemas podem interferir na quantidade de outros organismos patogênicos como, por exemplo, os ovos de helmintos.

A remoção de ovos de helmintos ocorre por meio de sedimentação. Os helmintos constituem-se como um dos organismos mais estudados na atualidade no âmbito do tratamento de esgotos, pois na maioria esses organismos são patogênicos, e também podem ser utilizados como bons bioindicadores de tratamento. Devido o alto grau de resistência desses organismos e os elevados intervalos entre os esgotamentos dos sistemas, estes apresentam concentrações de ovos de helmintos significativas.

O presente trabalho tem como objetivo analisar por comparação as concentrações de bactérias do grupo coliformes termotolerantes, ovos de helmintos e sua viabilidade no conteúdo de fossas e tanques sépticos de sistemas residenciais.

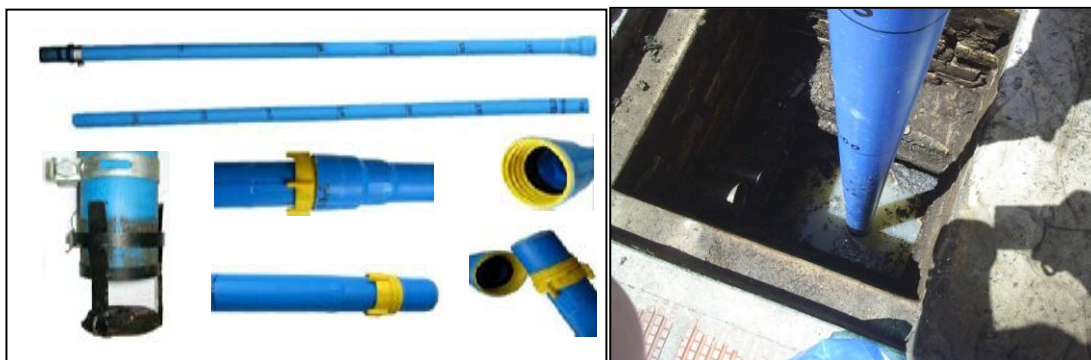
## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas coletas em 24 residências unifamiliares na cidade de Natal (RN), sendo que o processo de amostragem foi realizado pela coleta das amostras de coluna nos sistemas. Da totalidade dos sistemas unifamiliares coletados, 10 eram fossas e 14 eram tanques sépticos - TS (Figura 1). Os tanques sépticos eram diversificados sendo alguns de tanque único e os demais de duas câmaras em série. Por dificuldades de acesso as duas câmaras, seis sistemas tiveram suas amostras coletadas apenas em uma única câmara.



**Figura 1: Tipos de sistemas amostrados**

Tal amostragem foi realizada através de um amostrador de coluna (Figura 2) fabricado com tubos de irrigação com 75 mm de diâmetro e 2,0m de comprimento, seguido de uma extensão de mais 2,0m. Tal amostrador foi confeccionado exclusivamente para este estudo com objetivo de contemplar parcelas proporcionais da massa líquida, da espuma situada na superfície e dos sedimentos presentes no interior dos tanques sépticos (TS) e fossas (F).



**Figura 2: Peças do amostrador de coluna e o momento da utilização.**

As análises realizadas constam na Tabela 1, com suas respectivas metodologias e referências.

**Quadro1: Variáveis, metodologias e referências analíticas utilizadas.**

| Variável   | Método  | Referência                 |
|--|---|----------------------------|
| Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)               | Técnica da Membrana Filtrante com 0,45 µm de poro.  | APHA <i>et. al.</i> , 1998 |
| Viabilidade de Ovos de Helmintos (nº de ovos/L)      | USEPA (2003) recomendado pela Resolução CONAMA N° 375/2006, seguido da adaptação de Santos <i>et al.</i> , 2010 |                            |
| Sólidos suspensos e totais (fixos e voláteis) (mg/L) | Gravimétrico (filtração, secagem e ignição)   | APHA <i>et. al.</i> , 1998 |
| Sólidos sedimentáveis (mL/L)                         | Visualização em Cone de Imhoff  | APHA <i>et. al.</i> , 1998 |

Diversos métodos para a quantificação de ovos de helmintos em águas residuárias são descritos na bibliografia especializada, cada um com suas vantagens e desvantagens. Para análise de amostras com altos teores de sólidos, como por exemplo, o conteúdo de fossas e tanques sépticos, a aplicação de um único método analítico pode não satisfazer a obtenção da verdadeira concentração dos ovos.

Portanto, a determinação do número de ovos de helmintos e sua viabilidade foram realizados através da técnica utilizada por Santos *et. al.* (2010) que inseriu uma fase de lavagem e retirada de impurezas do sedimento, já era utilizada na metodologia de Zerbini & Chernicharo (2001), na técnica de análise de viabilidade de helmintos proposta pela USEPA (2003). A fase inserida foi a adição do tampão aceto-acético e do acetato de etila.

Após repetitivas lavagens e repouso do sedimento, o sobrenadante foi descartado e o sedimento resuspenso. Posteriormente ocorreu a adaptação proposta por Santos *et. al.* (2010) tomando a etapa de lavagem de Zerbini e Chernicharo (2001), pois as amostras de tanques sépticos e fossas estudadas, por sua natureza apresentaram durante a pesquisa teores elevadíssimos de sólido totais (variando de 537 a 111.360 mg/L) e principalmente de sólidos sedimentáveis (variando de 5 a 1000 mL/L) o que dificultou bastante a separação do sedimento contendo os ovos das impurezas exigindo assim várias lavagens e principalmente a adição do tampão aceto-acético e do acetato de etila.

Portanto, a análise foi prosseguida com a adição de um volume equivalente ao dobro do sedimento, de solução tampão aceto-acético (pH 4,5). Nos casos em que o volume do sedimento eram inferiores a 2 mL, foi adicionado solução tampão até completar um volume de 4 mL para facilitar o descarte do sobrenadante sem provocar a ressuspensão do sedimento contendo os ovos. Além desse tampão, cada tubo teve adição de acetato de etila P.A correspondente também ao dobro do volume do sedimento.

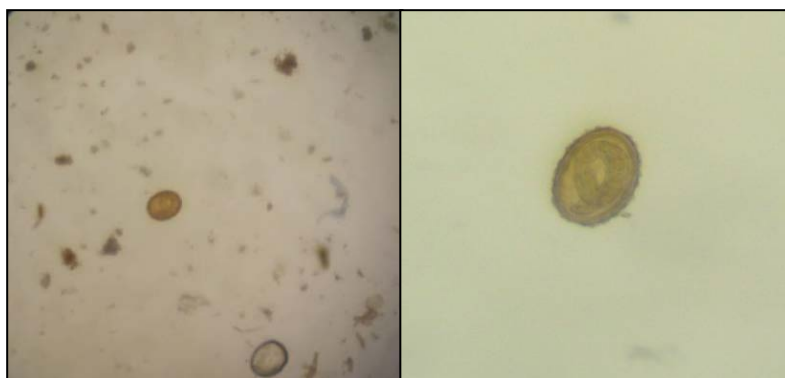
O sedimento juntamente com a solução tampão aceto-acético e o acetato de etila foram homogeneizados no equipamento tipo vórtex e submetidos a centrifugação. Após a centrifugação de 15 minutos, verificou-se a formação de três fases no interior do tubo. Quanto maior a presença da fração de cor laranja, menor era o grau de impureza flotante. A Figura 03 ilustra tal fase.



**Figura 03: Fase acrescida na metodologia de contagem e viabilidade de ovos de helmintos para remoção de impurezas.**

O sobrenadante era descartado e em seguida adicionado um volume de solução de sulfato de magnésio (com densidade de 1,3) igual a 10 vezes o volume do sedimento, sendo posteriormente homogeneizado no vórtex. O sobrenadante contendo os ovos flotados era despejado em um papel filtro (14  $\mu$ m de poro) e filtrado. A membrana posteriormente era lavada com água destilada, de forma a remover todo o sedimento retido, e a água de lavagem transpassada para tubos de centrífugas de 15 ml e centrifugados por dois minutos.

O sobrenadante foi descartado e, logo em seguida, adicionados 4 mL de solução de ácido sulfúrico 0,1N. Após, esse procedimento os tubos foram incubados em estufa microbiológica com temperatura ajustada para 26°C por 4 semanas. Em cada tubo era marcado o nível de solução do ácido sulfúrico 0,1N e tampados com plástico filme perfurado para circulação de ar. Com 28 dias passados, uma solução de sulfato de zinco foi adicionada para flotar os ovos e uma alíquota transferida para a câmara MacMaster, com o intuito de realizar a varredura no microscópio, em objetivas de 10x ou 40x. Foram visualizadas 3 câmaras por amostra, sendo realizada tanto a contagem (objetiva de 10x) quanto a viabilidade (objetiva de 40x) por meio da presença ou não de larva. O restante da amostra bruta presente foi utilizada para a verificação da viabilidade total dos ovos em lâmina. Os ovos detectados estão ilustrados na figura 4.



**Figura 4: Ovo de helminto viável encontrado na varredura.**

A introdução dessa etapa na metodologia da USEPA (2003) foi satisfatória, pois se percebeu visualmente a separação dos sedimentos impuros que não são desejados para a análise dos ovos nos tubos de centrifuga, que posteriormente poderia atrapalhar a contagem de ovos na câmara MacMaster durante a varredura no microscópio. Desta forma, a identificação dos ovos se tornou mais aferida por conta dos menores teores de sólidos (impurezas) durante a varredura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A visita aos sistemas permitiu verificar visualmente muitas diferenças entre os tanques sépticos e fossas residenciais. Geralmente os tanques sépticos seguidos de sumidouro são colocados pela empresa responsável da construção da casa, construído através de uma estrutura padrão, com estimativa em uma família de cinco pessoas, o que se tornaram comuns em conjuntos habitacionais.

Geralmente esse tanque é formado por duas câmaras em série com passagem de fluxo a 2/3 da altura na parede divisória tanto por dois retângulos paralelos ou uma fresta que vai de uma lateral a outra do tanque. Foram identificados tanques com passagens localizadas no fundo do sistema. De certa forma essa estrutura até que facilita o momento do esgotamento, mas por outro lado dificulta e atrapalha o processo de tratamento que o sistema de tanque séptico com câmaras em série propõe, uma vez que os sólidos que sedimentam inicialmente não são retidos e a parte líquida, mais clarificada (que se encontra principalmente a 2/3 da altura útil) não é levada para a segunda câmara.

Por outro lado, as demais casas quando não são beneficiadas pelos sistemas, contratam serviços individualizados de pessoa física para construir uma fossa de forma bem artesanal e simples.

Estruturalmente os sistemas são bem distintos quando se trata da permeabilização e profundidade, portanto, esperava-se que o material contido no interior de cada sistema também fosse diferente, uma vez que a fossa funciona mais como um sistema de infiltração e o tanque séptico com separação de fases, e acumulação de material sólido.

As fossas eram construídas muitas vezes pelos próprios moradores ou então por pedreiros contratados que construíram a fossa com dimensionamentos e estrutura precária e diferenciada, o que não beneficia o tratamento do conteúdo, mas apenas a disposição dos efluentes domésticos.

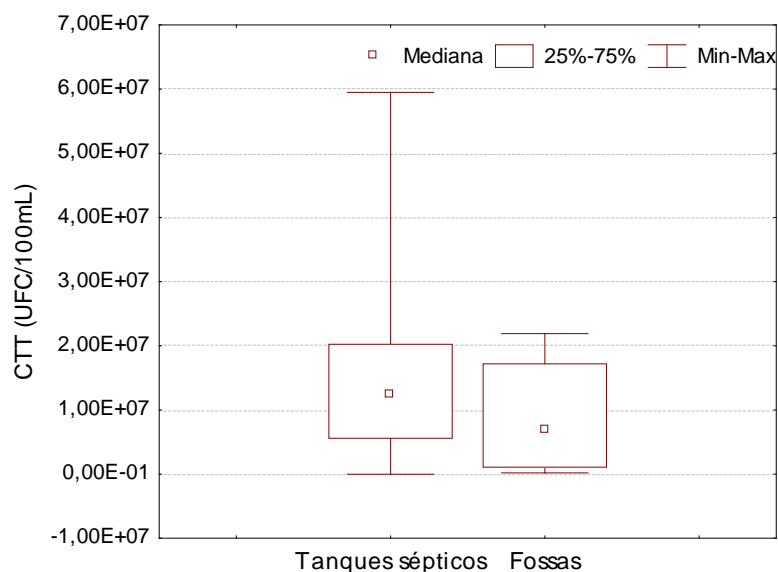
A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no período de estudo.

**Tabela 1: Resultados das análises de coliformes termotolerantes e viabilidade de ovos de helmintos, seguida da análise estatística.**

| Estatística Descritiva / Variáveis | TANQUES SÉPTICOS (TSC+TS1+TU)* |          |          |                  |          |          |               |                           |
|------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------|---------------------------|
|                                    | N                              | Média    | Mediana  | Média Geométrica | Máximo   | Mínimo   | Desvio Padrão | % Coeficiente de Variação |
| CTT UFC/100mL                      | 12                             | 1.62E+07 | 1.23E+07 | 8.49E+06         | 5.95E+07 | 3.61E+05 | 1.61E+07      | 99.68                     |
| Helmintos (Nº ovos/L)              | 12                             | 23.7     | 5        | -                | 126.4    | 0        | 42.1          | 177.5                     |
| Viabilidade (%)                    | 12                             | 0.0      | 0        | -                | 0        | 0        | 0.0           | -                         |
| Estatística Descritiva / Variáveis | FOSSAS                         |          |          |                  |          |          |               |                           |
|                                    | n                              | Média    | Mediana  | Média Geométrica | Máximo   | Mínimo   | DP            | % CV                      |
| CTT UFC/100mL                      | 10                             | 9.11E+06 | 6.85E+06 | 4.56E+06         | 2.19E+07 | 2.00E+05 | 8.29E+06      | 91.0                      |
| Helmintos (Nº ovos/L)              | 10                             | 77.14    | 12.8     | -                | 544      | 0        | 167.1         | 216.6                     |
| Viabilidade(%)                     | 10                             | 4.59     | 0        | -                | 45.9     | 0        | 14.5          | 316.2                     |

\*TSC- Tanque séptico de duas câmaras em série; TS1 – primeira câmara do tanque séptico de câmaras em série; TS2 - segunda câmara do tanque séptico de câmaras em série.

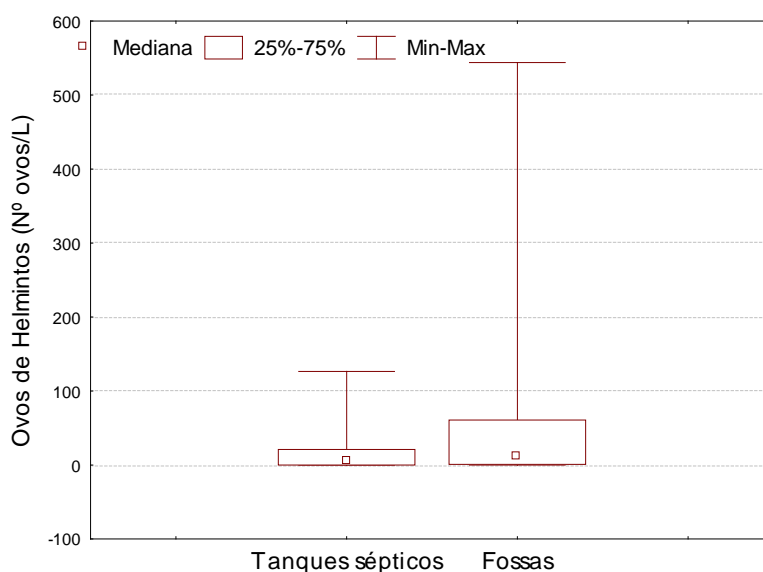
Tratando-se das concentrações de coliformes termotolerantes, a mediana do grupo dos tanques sépticos ( $1,23\text{E}+07$  UFC/100mL) foi superior a das fossas ( $6,85\text{E}+06$  UFC/100mL), bem como os valores máximos e mínimos de cada grupo estudado, conforme pode ser verificado na Figura 5.



**Figura 5: Box-plot da comparação de CTT entre o grupo de tanques sépticos e fossas.**

Para a contagem de ovos de helmintos a mediana do TS foi de 5 ovos/L, enquanto que a das fossas foi 12,8 ovos/L. Quando avaliados as médias, esses valores sobem para 23,7 e 77,14 ovos/L, justificando este último valor, devido ao pico causado pela residência de número R26 com 544 ovos/L (Figura 4). Ou seja, apesar de ambos os grupos terem residências com concentrações semelhantes, os picos de cada grupo (TS – 126,4 e F – 544 ovos/L) foram quem divergiram as suas medianas. Entretanto, as fossas se tornam ligeiramente mais contaminada por ovos de helmintos do que os TS.

Quanto a viabilidade desses ovos, no grupo TS não foi verificado nenhum ovo viável após 45 dias passados conforme metodologia analítica. Entretanto, no grupo das fossas apenas uma residência apresentou ovos viáveis com 45,9% de viabilidade nos ovos encubados.



**Figura 6: Box-plot da comparação de ovos de helmintos entre o grupo de tanques sépticos e fossas.**



O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi realizado com o intuito de testar a hipótese nula de que três ou mais amostras independentes provêm de populações idênticas, ou seja, testar se os valores tanto de coliformes quanto de número de ovos do grupo das fossas e dos tanques pertencem ao mesmo grupo. Os valores de  $p$  estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Análise de variância com os dados brutos utilizando o Teste de Kruskal-Wallis para os grupos de Tanques Sépticos (TS) e Fossas (F).**

| Variáveis                  | Valores de $p$ na comparação de TS x Fossa |
|----------------------------|--|
| Coliformes Termotolerantes | 0,291421                                   |
| Ovos de Helmintos          | 0,291421                                   |

\* Medianas estatisticamente pertencentes ao mesmo grupo, onde  $p > 0,05$

Apesar das diferenças das medianas de cada grupo visivelmente percebíveis nos gráficos Box-plots, a análise estatística não confirmou tal diferença, contudo a quantidade de dados submetidos ao teste pode ter colaborado para os valores de  $p$ , portanto é válido ressaltar a diferença observada nos gráficos.

Considerando as particularidades de algumas residências quanto ao tipo de efluente que é enviado para o sistema, acredita-se que a mediana dos coliformes tenha se distanciado sutilmente da mediana das fossas pelo fato de não haver renovação contínua, pois quando o afluente adentra este é acumulado. A vazão de esgoto saindo do interior da fossa pela infiltração no solo é bem menor quando se compara com a vazão efluente que sai pela tubulação do tanque séptico. O fato de o esgoto ficar acumulado, teoricamente, no interior da fossa influencia na morte das bactérias, principalmente da *Escherichia coli* que não sobrevive por muitos dias fora do intestino de animais de sangue quente. Como o esgoto afluente aos tanques sépticos é constante, a concentração dos coliformes é sempre mantida, além desse sistema não ter como objetivo removê-los e sim, remover sólidos e matéria orgânica particulada pelos processos de sedimentação.

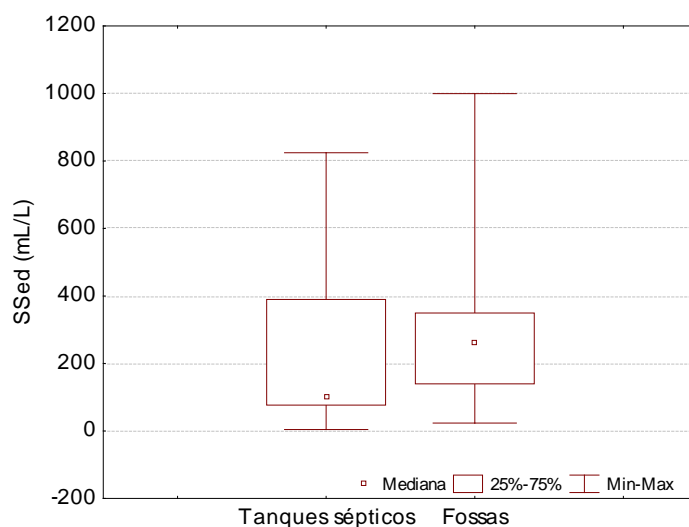
Andrade Neto (2004) revela que os reatores anaeróbios são eficientes na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos quando aplicados em regiões de clima quente produzindo poucas quantidades de lodo, estabilizado, quando comparados com os tratamentos aeróbios, contudo, são pouco eficazes quanto à remoção de microrganismos patogênicos (coliformes termotolerantes) e nutrientes eutrofizantes, exigindo em alguns casos a aplicação de um pós-tratamento.

Segundo Cavalcante (2008) a sobrevivência dos coliformes fecais é afetada por diferentes fatores, como: temperatura da água, DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) e nutrientes, pH, competição e presença de predadores, oxigênio dissolvido, radiação solar e sedimentação.

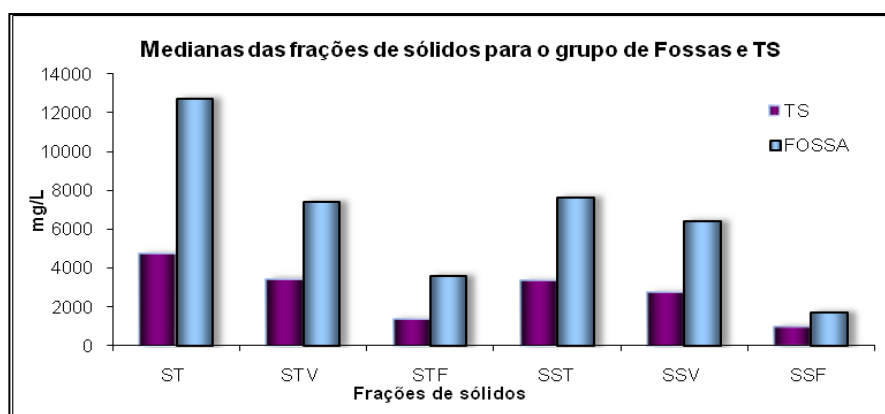
A remoção de coliformes se dá principalmente em função do tempo de detenção hidráulica. Sistemas que com longos TDH são eficientes na remoção de coliformes. Apesar dos vários fatores supracitados contribuírem para essa remoção em efluentes, alguns desses fatores podem atuar concomitantemente e com diferentes níveis de importância, condicionando uma condição insustentável para sua sobrevivência (OLIVEIRA, 1999). Portanto, pode-se associar a diferença pequena de concentração devido a esses fatos.

Em relação a presença de ovos de helmintos, os tanques já são conhecidos por removerem e acumularem satisfatoriamente ovos de vermes devido ao potencial de sedimentação dos sólidos. Em consequência aumentam a retenção desses microrganismos patogênicos (SILVA et al., 2008), tais como os ovos de helmintos que são resistentes aos fatores ambientais, podem sobreviver em condições úmidas de dois até 10 anos (VILLE, WALKER E BARNES, 1998 apud SILVA et al., 2008) e atingem concentrações até 10 vezes maiores do que em águas residuárias (MONTANGERO et al., 2000).

Como os teores de sólidos sedimentáveis analisados (mediana de 263 e 105 mL/L para fossas e TS, respectivamente) dentre outras frações de sólidos foram bem elevados em ambos os sistemas, conforme pode ser visto na Figura 7 e 8, já criou-se uma expectativa de alta concentração dos ovos em ambos os sistemas.



**Figura 7: Box-plot da comparação dos sólidos sedimentáveis entre o grupo de tanques sépticos e fossas.**



**Figura 8: Medianas das frações de sólidos dos grupos dos tanques sépticos e fossas.**

Referente a contagem de ovos de helmintos, as fossas foi o grupo que apresentou maior número de casas que apontaram pelo menos 1 ovo observado. De 10 casas do grupo das fossas, somente em duas delas tiveram zero n° ovos encontrado, enquanto que no grupo de 12 casas do TS, 5 casas não tiveram nenhum ovo observado. Porém para algumas casas a concentração encontrada foi muito elevada (544 ovos/L em um tanque séptico), elevando a mediana do grupo, conforme foi explicado anteriormente. Logo, julga-se que as fossas provavelmente tiveram concentrações de ovos superiores as dos TS.

Supõe-se que as características estruturais dos sistemas interferem diretamente no processo de degradação biológica do esgoto. A diferença de profundidade entre os tanques sépticos e fossas pode chegar a interferir na deposição dos ovos de helmintos no fundo da fossa, além, obviamente, das condições sócio-econômicas de cada família usuária do sistema.

Os mecanismos de infiltração verificados nas fossas podem favorecer o acúmulo de ovos nos interstícios da parede filtrante composta na maioria das vezes por tijolos invertidos. Ao longo do tempo vazão de saída é retardada, concentrando cada vez mais nutrientes, sólidos e matéria orgânica e inorgânica, apresentando desta forma, um conteúdo bem mais concentrado do que os encontrados nos tanque sépticos.

A viabilidade é de primordial importância na sua epidemiologia, já que é esta característica a que determina a capacidade de um ovo de desenvolver-se até a etapa infectante, a única capaz de causar doença (CAVALCANTE, 2008).



Ainda para a mesma autora, os ovos de helmintos são muito resistentes aos processos de desinfecção, mas por outro lado, devido ao tamanho, densidade e afinidade química e física para aderir em partículas, são removidos através de processos físicos, como a sedimentação e a filtração, acumulando-se no lodo. A autora ainda revela que a sedimentação é um mecanismo apenas de retenção dos ovos, não estando necessariamente relacionado com a morte do ovo nos reatores de tratamento de esgoto. Os ovos removidos através da sedimentação incorporam-se ao lodo de fundo, onde podem permanecer viáveis por anos.

A respeito da análise de viabilidade dos ovos, no grupo dos TS não foi verificado nenhum ovo viável após 45 dias passados conforme metodologia analítica. Entretanto, no grupo das fossas apenas uma residência apresentou ovos viáveis com 45,9% de viabilidade nos ovos encubados. Pode-se inferir o longo tempo sem esgotar os sistemas amostrados o responsável pela morte dos ovos, pois o tempo de esgotamento de 58% das casas foram iguais ou maiores que 3 anos.

## CONCLUSÕES

Em ambos os sistemas as concentrações de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos foram elevadas. Acredita-se que as medianas dos valores de coliformes tenham se distanciado, mesmo que sutilmente, pelo fato de não haver renovação contínua de esgoto no interior da fossa considerando um tempo de detenção hidráulica maior do que o tanque séptico, principalmente nos sistemas com mais de 3 anos sem sofrer esgotamento, que encontram-se com as paredes do solo saturadas, com baixa capacidade de infiltração. Já no tanque séptico o afluente entra constantemente ao sistema, não sendo acumulado como ocorre na fossa.

A quantidade de ovos encontrados foi superior nas fossas devido à capacidade de “filtração” do conteúdo pelas paredes. A diferença de profundidade entre os tanques sépticos e fossas pode chegar a interferir na sedimentação dos ovos de helmintos no fundo da fossa, além, obviamente, das condições sócio-econômicas de cada família usuária do sistema. É válido ressaltar que o tanque séptico apresenta efluente final sem filtração pelo solo, o que pode levar consigo alguns ovos de menor densidade que não foram capazes de sedimentar e que são arrastados pelo efluente.

Em relação à viabilidade dos ovos, no grupo das fossas apenas uma residência apresentou ovos viáveis com 45,9% de viabilidade nos ovos encubados. Pode-se inferir o longo tempo sem esgotar os sistemas amostrados como o responsável pela morte dos ovos, pois o tempo de esgotamento de 58% das casas foram iguais ou maiores que 3 anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. (1998). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Washington D C.
2. ANDRADE NETO, C O de. **Filtro Anaeróbio Aplicado ao Tratamento de Esgoto Sanitário**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2004.
3. ANDREOLLI, C. V. *et. al.* **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 388p.CAERN- COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO RIO GRANDE DO NORTE. (2008). **Dados do sistema**. [www.caern.com.br/dadosdosistema](http://www.caern.com.br/dadosdosistema) (Acesso em 12 de fevereiro de 2008).
4. CAVALCANTE, F. L. **Avaliação da eficiência de filtros anaeróbios na remoção de coliformes fecais e ovos de helmintos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2000). **Censo Demográfico**. 2000. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (Acesso em 4 janeiro de 2009).
6. MONTANGERO, A.; STRAUSS, M.; INGALLINELLA, A.M.; KOOTTATEP, T.; LARMIE, S.A. Cuando los tanques septicos estan llenos: el desafio del manejo y tratamiento de lodos fecales. In: **CONGRESO ARGENTINO DE SANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE**, 11., Argentina, 2000.
7. OLIVEIRA, R ;SILVA, J.B.P ; ATHAYDE JUNIOR, G. B ; SILVA, S. A ; SILVA, S. T.A.Velocidade de remoção de coliformes fecais em um reservatorio de estabilizacao alimentado com esgoto domestico bruto.

- In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 20.,1999. Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro:ABES,1999.
8. RATIS, A. N. F. A. **Caracterização dos resíduos esgotados de sistemas de tratamento individual de esgotos domésticos de Natal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
  9. SANTOS, Y. T. C.; TORRES, D. M.; ANDRADE NETO, C. O. Adaptação da metodologia de contagem de ovos de helmintos no conteúdo de fossas e tanques sépticos. In: **CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**, 31, 2010. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental – Aidis, Punta Cana – Republica Dominicana. 2010.
  10. SILVA, M. M. P.; SOUSA, J.T.; CEBALLOS, B. S. O.; FEITOSA, W. B. S.; LEITE, V. D. Remoción de huevos de helmintos em lodos de tanques sépticos colectivos del semiarido paraibano, brasil. In: **CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA**, 31., 2008, Santiago - Chile.
  11. USEPA. **Environmental Regulations and Technology - Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage)**. Under 40 CFR Part 503. Appendix I -Test Method for Detecting, Enumerating, and Deerming the Viability of Ascaris Ova in Sludge. p. 166, EPA/625/R-92/013, 2003. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs>>.
  12. Zerbini, A. M.; Chernicharo, C. A. L. Metodologias para quantificação, identificação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em esgotos brutos e tratados. In **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. CHERNICARO, C. A. L. (Coordenador). Projeto PROSAB. Belo Horizonte- MG. 2001. p. 71-107.