



II-489 - CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE FOSSAS SÉPTICAS DO DISTRITO FEDERAL

Marina de Castro Rodrigues

Engenheira Civil pela Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Flávia Ferreira Amorim

Engenheira Civil pela Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Engenharia em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Brasília (UnB).

Mariana de Sousa Freitas

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Brasília (UnB).

Andresa Cristina de Andrade

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília (UCB-DF). Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Brasília (UnB).

Marco Antonio Almeida de Souza⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Paraná (UFPr). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). PhD pela Universidade de Birmingham na Inglaterra. Professor Adjunto da Universidade de Brasília junto ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UnB).

Endereço⁽¹⁾: SHIN – QI 08- Conjunto 09 – Casa 02 (Lago Norte) – Brasília – DF - CEP: 71.520-290 - Brasil - e-mail: maasouza@unb.br

RESUMO

A utilização de fossas sépticas, ou simplesmente fossas, como unidades de tratamento de esgoto é largamente utilizada no Brasil, especialmente em locais com baixa densidade demográfica como áreas rurais ou em áreas onde não há o atendimento de rede de coleta de esgotos, como em periferias de grandes centros urbanos. As fossas sépticas são de simples operação, necessitando apenas da retirada periódica do lodo formado no fundo destas unidades. O lodo de fossa é uma efluente com alta carga orgânica e altamente patogênico, e se não for disposto da maneira correta pode causar vários problemas ambientais e de saúde pública. Buscando alternativas de gestão para o lodo de fossa, este trabalho apresenta uma caracterização quantitativa e qualitativa deste lodo no Distrito Federal, onde se estuda a alternativa de disposição deste resíduo em estações de tratamento de esgotos. Para tanto foram selecionadas amostras de usuários residenciais e comerciais de fossa séptica, nas quais foram realizadas análises de caracterização qualitativas e também quantitativas, através da medida do volume de amostra retirado em cada fossa. Além disso, foram realizadas coletas aleatórias em caminhões-fossa que chegavam para descarregar o resíduo em uma das ETEs de Brasília, a ETEB-Sul. Realizaram-se análises dos seguintes parâmetros nas amostras coletadas: pH, alcalinidade, NTK, nitrogênio amoniacal, DQO, fósforo total, ST, STV, SST, SSV, sólidos sedimentáveis, e coliformes totais e *E. coli*. Os resultados apresentados mostraram a variabilidade do lodo de fossa, especialmente quanto à sua origem.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo; Fossa; Fossa Séptica; Tanque Séptico.

INTRODUÇÃO

Em muitos locais, a alternativa clássica de esgotamento sanitário não é viável economicamente por causa da baixa densidade demográfica que demanda alto custo na coleta tradicional dos esgotos. Isso acontece em ambientes rurais e nos cinturões verdes das grandes cidades. Particularmente no Brasil, e em alguns países em desenvolvimento, muitas cidades não são dotadas ainda de condições de coleta de esgotos, principalmente nos bairros da periferia.

Em todos esses casos, a solução adotada é o tanque séptico, na sua concepção técnica, seguido de disposição do seu efluente no solo, por meio de sumidouro ou vala de infiltração. Em muitas situações, entretanto, nem



isso é feito, sendo usual ter-se apenas um buraco no solo que cumpre as funções das duas instalações e que os leigos costumam chamar de "fossa séptica" ou "fossa" simplesmente.

Entende-se o termo "fossa séptica" como o conjunto de aparatos utilizados para solução individual de esgotamento sanitário, englobando os tanques sépticos convencionais, segundo a ABNT, outros tanques fora de norma, inclusive os de simples armazenamento de esgoto, e escavações no terreno utilizadas para recebimento de esgotos, todos com ou sem sistema de tratamento e disposição do efluente no solo.

Para que essas fossas funcionem bem, torna-se necessário que o lodo formado nelas seja esgotado periodicamente. Esse lodo pode significar uma carga de poluição apreciável para os corpos de água, caso não sejam bem dispostos ou manejados. Além disso, esses lodos podem conter patógenos que representam riscos à saúde pública.

O lodo de fossa é um efluente com características bastante variáveis, tipicamente orgânico, com significantes níveis de concentração de óleos e graxas, e substâncias inorgânicas como areia, cabelos e outros detritos. Possui ainda a tendência de formar espuma e resistência à decantação e desidratação, além de ser altamente patogênico, contendo vírus, bactérias e parasitas de doenças de veiculação hídrica (EPA, 1999).

Em grandes centros urbanos, como é o caso do Distrito Federal, estuda-se a possibilidade do lançamento do lodo de fossa em estações de tratamento de esgotos. Tal estudo é feito avaliando-se o impacto que este tipo de efluente causaria, além da adequação das estações para receber este lodo. Segundo a EPA (1999), o manejo do lodo de fossa baseia-se em sua caracterização qualitativa e em seu volume, e tais informações são fundamentais para a determinação de valores típicos de projetos para seu tratamento e disposição.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para caracterização dos lodos de fossas sépticas empregada tem caráter experimental, e baseou-se na coleta de amostras de lodo de fossa séptica de usuários residenciais e comerciais, porém não diretamente das fossas, mas dos caminhões limpa-fossa controlados, que foram utilizados nas limpezas. Foram realizadas também coletas de amostras chamadas "aleatórias", que consistiam na amostragem de caminhões-fossa que descarregam seu conteúdo em uma das Estações de Tratamento de Esgotos de Brasília, a ETEB-Sul – Estação de Tratamento de Esgotos de Brasília – Asa Sul. Houve a preocupação de determinação da quantidade real de lodos produzida.

Caracterização de lodo de fossa de usuários residenciais e comerciais

A coleta das amostras de usuários de fossa residenciais e comerciais foi realizada no Distrito Federal, especificamente nas Regiões Administrativas de Riacho Fundo, Taguatinga, Lago Sul e Sobradinho. Todos os locais selecionados para a pesquisa localizam-se em ocupações irregulares e parcelamentos urbanos não legalizados, uma vez que a rede de coleta de esgotos atende a quase totalidade da população do DF. A metodologia desenvolvida para a caracterização do lodo dessas fossas englobou as seguintes etapas:

Etapas 1: Divisão e seleção das áreas de amostragem de fossas sépticas.

Foram encontradas dificuldades na seleção dos usuários de fossa séptica, devido ao alto atendimento populacional de rede coletora de esgotos do Distrito Federal que limita os usuários de fossa em condomínios ainda não regularizados, concentrando-se em pequenas áreas semelhantes entre si. Em função das características dos domicílios selecionados, cinco usuários residenciais, um foi considerado de baixa renda e os outros foram considerados de classe média.

Etapas 2 – Elaboração de formulário para caracterização dos proprietários das fossas sépticas e da companhia de limpeza e coleta das fossas.

Os proprietários das fossas sépticas residenciais e comerciais definidos na Etapa 1 foram caracterizados por meio de informações provenientes de questionário elaborado pela equipe de pesquisa (Anexo I) e aplicado a cada gerador pela própria equipe do projeto.



Etapa 3: Limpeza das fossas sépticas e coleta das amostras nos locais selecionados por meio de caminhão limpa-fossa.

Definidas todas as informações preliminares, foi iniciada a fase experimental com a limpeza das fossas sépticas pré-selecionadas na Etapa 1 (Figura 1). Foram realizadas 5 (cinco) limpezas de fossas e coletas de amostras em usuários residenciais pré-selecionados, 4 (quatro) em usuários comerciais.



Figura 1 - Limpeza de uma fossa séptica residencial.

Para caracterização dos lodos das fossas selecionadas previamente, optou-se por se retirar amostras direto do mangote do caminhão limpa-fossa no momento da descarga na ETEB-Norte.

Para a obtenção de uma amostra composta, um tanque com capacidade de 150 litros era preenchido com lodo do caminhão em três alíquotas de 50 litros, uma no começo, outra no meio e outra no final da descarga do caminhão-fossa.

Objetivando a remoção de sólidos grosseiros da amostra, uma tela de arame com diâmetro de abertura de aproximadamente 1,5 centímetros foi colocada sobre o tanque de 150 litros antes da descarga do caminhão, conforme ilustrado na Figura 2.

Após o término da descarga, a amostra retida do tanque era homogeneizada mecanicamente (Figura 3), e, com um amostrador, eram retirados os volumes necessários para cada análise laboratorial num total de cerca de 5 litros, colocando-os em recipientes apropriados de acordo com cada análise.



Figura 2 - Tela instalada sobre o tanque



Figura 3 - Homogeneização do lodo no tanque

Etapa 4 - Medidas quantitativas do lodo dos usuários selecionados

Para o cálculo de volume de lodo coletado nos usuários pré-selecionados, foram utilizados os seguintes métodos:

- Pesagem do caminhão limpa-fossa, antes e depois da limpeza da fossa e antes da descarga na ETEB-Norte. Com o peso do material e considerando uma densidade média de lodo igual a 1030,0

kg/m³ (Metcalf e Eddy, 1991), chega-se ao volume de lodo coletado. A pesagem foi realizada em uma balança própria para caminhões da empresa QUALIX Serviços Ambientais (que presta serviços de limpeza pública no Distrito Federal).

- Simples leitura de nível do material no tanque do caminhão colocado em local plano, sem declividade. Com essa leitura e a determinação da geometria do tanque do caminhão limpa-fossa (no caso do caminhão utilizado mediu-se um raio médio de 1,63 m e comprimento de 4,00 m, resultando numa capacidade máxima de 8,35 m³), estimou-se por cálculo o volume de material contido no tanque (Figura 4).



Figura 4 - Procedimento de medida de nível de material no caminhão.

Etapa 5 – Segunda bateria de coletas de lodo de fossa

A metodologia da pesquisa desenvolvida incluiu ainda a realização de uma segunda bateria de coletas de amostras de lodo de fossa dos usuários pré-selecionados após seis meses da realização da primeira limpeza das fossas feita pelo próprio projeto de pesquisa. Essa etapa teve o objetivo de analisar as características do lodo de fossas que são limpas periodicamente e verificar a possibilidade de existência de alguma correlação entre as características do lodo e o tempo de limpeza.

Foram realizadas 4 (quatro) limpezas de fossas e coletas de amostras dos usuários selecionados na primeira bateria, uma vez que um dos usuários (R4) concretou a saída da fossa impedindo a coleta do lodo, e em (4) quatro usuários comerciais.

Caracterização de lodo de fossa de amostras aleatórias

Além da análise dessas fossas pré-selecionadas, foram coletadas amostras aleatórias de caminhões limpa-fossa no momento da descarga na Estação de Tratamento de Esgotos de Brasília Sul (ETEB-Sul), tendo como objetivo a comparação entre uma situação real, avaliando as características físico-químicas dos resíduos que estão entrando na ETEB-Sul, sem controle do local de origem da coleta, com uma situação ideal que é a com controle e acompanhamento da limpeza das fossas pré-selecionadas. Essas coletas foram realizadas de forma simplificada, sem homogeneização da amostra e sem a realização da retenção de sólidos grosseiros.

A escolha da ETEB-Sul para a coleta das amostras aleatórias deu-se devido à maior frequência do número de recebimento de descargas de caminhões limpa-fossa por dia, comparada com as estações de tratamento de esgoto mais próximas ao local onde eram realizadas as análises laboratoriais.

A caracterização qualitativa do lodo amostrado foi realizada por meio de exames laboratoriais realizados no LAA (Laboratório de Análise de Água) do Departamento de Engenharia Civil da UnB - Universidade de Brasília. Os parâmetros analisados e os métodos de análise estão apresentados na Tabela 1.



Tabela 1: Parâmetros utilizados para análise dos lodos de fossa.

Parâmetro	Método	Referência (APHA, 1998)
pH	Eletrométrico	Standard Methods 4500- H ⁺ B
Condutividade	Eletrométrico	Standard Methods 2510 B
Alcalinidade	Titulométrico	Standard Methods 2320B.
Sólidos totais	Gravimétrico	Standard Methods 2540B.
Sólidos suspensos	Gravimétrico	Standard Methods 2540D.
Sólidos voláteis	Gravimétrico	Standard Methods 2540E.
Sólidos sedimentáveis	Volumétrico em Cone de Imhoff	Standard Methods 2540 F.
DQO	Refluxo fechado	Standard Methods 5220 D
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotométrico - Nesslerização	Kit Hach Chem. 8038
NTK	Macro Kjeldhal	Kit Hach Chem. 8075
Fósforo total	Digestão com ácido sulfúrico	Standard Methods 4500-P A
Coliformes fecais e totais	Fermentação em Tubos Múltiplos	Standard Methods 9221

RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 2 apresenta resumidamente as informações coletadas em questionários que caracterizam as fossas pré-selecionadas analisadas.

Das informações coletadas em questionários, em todas as residências onde foram coletadas as amostras, os proprietários nunca haviam realizado a limpeza da fossa. Isso corresponde a um período de 3 anos para o proprietário que morava há menos tempo no local e chegou até há 12 anos em uma residência. Das 5 (cinco) residências, segundo informações do proprietário, apenas uma possuía fossa completamente revestida (manilha de concreto e revestimento de fundo) com sumidouro e caixa de gordura. Duas outras eram manilhadas, ou seja, com as paredes revertidas com concreto armado, porém com fundo não revestido, com caixa de gordura, mas apenas uma dessas duas com sumidouro. Observou-se, portanto, que não houve um padrão construtivo das fossas e a principal preocupação dos proprietários era que a fossa não se esgotasse rapidamente.

As amostras dos usuários comerciais foram de fossas de pequenos comércios, variando-se bastante os aspectos construtivos de cada fossa selecionada. Pode-se observar que a frequência da limpeza das fossas comerciais é muito elevada, o que caracteriza que as fossas não foram bem dimensionadas ou construídas adequadamente, tanto em termos de localização, quanto de aspectos estruturais, ou que não possuíam um sistema adequado de aplicação do efluente no solo.



Tabela 2: Características das fossas pré-selecionadas

Código	Tipo	Última limpeza (tomando como referência o dia da limpeza da fossa na primeira bateria)	Frequência de limpeza	Detalhes da Fossa (segundo proprietário)
R1	residencial	Não havia sido limpa (3 anos de uso)	—	Fossa retangular com revestimento de fundo e parede com tijolos espaçados, funcionando como uma espécie de fossa-sumidouro. Sem caixa de gordura
R2	residencial	Não havia sido limpa (5 anos de uso)	—	—
R3	residencial	Não havia sido limpa (3 anos de uso)	—	Manilhada com brita no fundo. Sem sumidouro, com caixa de gordura
R4	residencial	Não havia sido limpa (12 anos de uso)	—	Manilhada e revestimento de concreto no fundo. Com sumidouro e com caixa de gordura
R5	residencial	Havia sido limpa a 3 anos atrás	só limpou uma vez	Tijolo nas laterais e brita no fundo. Sem sumidouro e com caixa de gordura
C1	mercado	Um dia antes da limpeza pelo projeto	semanal	Três fossas interligadas. Concreto nas laterais e no fundo. Sem sumidouro, com caixa de gordura.
C2	mercado	Há um mês da data da limpeza pelo projeto	mensal	Duas fossas interligadas (sem informação do revestimento. Sem sumidouro.
C3	padaria	Há uma semana da data da limpeza pelo projeto	cerca de dez dias	Duas fossas interligadas (sem informação do revestimento. Sem sumidouro.
C4	restaurante	Há uma semana da data da limpeza pelo projeto	semanal	Tijolo nas paredes e sem revestimento de fundo. Sem sumidouro

A caracterização quantitativa dos lodos coletados nos locais pré-selecionados é apresentada através dos volumes de lodo obtidos, bem como o cálculo da densidade do lodo feito a partir da relação entre o peso líquido do lodo e o volume calculado através da altura de lodo no caminhão limpa-fossa (Tabela 3).



Tabela 3: Cálculo do volume de lodo coletado

Amostras	Volume de lodo calculado pela pesagem do caminhão-fossa ^(a) (m ³)	Volume do lodo calculado por medida do nível de material no caminhão-fossa (m ³)	Peso líquido da amostra de lodo no caminhão-fossa (kg)	Densidade do lodo obtida (kg/m ³)
Primeira Bateria				
R1	-	-	-	-
R2	-	-	-	-
R3	1,22	1,59	1.257	790,3
R4	1,82	1,48	1.875	1.266,7
R5	4,45	-	4.584	-
C1	7,45	-	7.674	-
C2	-	5,69	-	-
C3	6,09	5,56	6.273	1.128,2
C4	6,96	6,70	7.169	1.070,0
Segunda Bateria				
R1	1,19	1,31	1.230	941,1
R2	2,09	2,11	2.150	1.019,0
R3	1,72	1,54	1.770	1.153,1
R5	4,22	7,49	4.350	580,8
C1	7,13	5,94	7.340	1.235,7
C2	7,52	8,17	7.750	948,8
C3	3,17	2,23	3.260	1.002,3
C4	8,09	8,31	8.330	1.459,3

(a) Para o cálculo foi considerado uma densidade de 1030 kg/m³ (Metcalf e Eddy, 1991).

Nota-se através da Tabela 3 que os valores de densidade do lodo variaram um pouco em relação ao valor teórico dado por Metcalf e Eddy (1991), chegando a 40% de diferença (R5: segunda bateria). Entretanto o valor médio de densidade do lodo das diversas amostras foi igual a 1042,5 kg/m³, bem próximo ao teórico.

Nas Figuras 5 a 13 estão os resultados das análises de caracterização do lodo de fossa das amostras aleatórias, residenciais e comerciais.

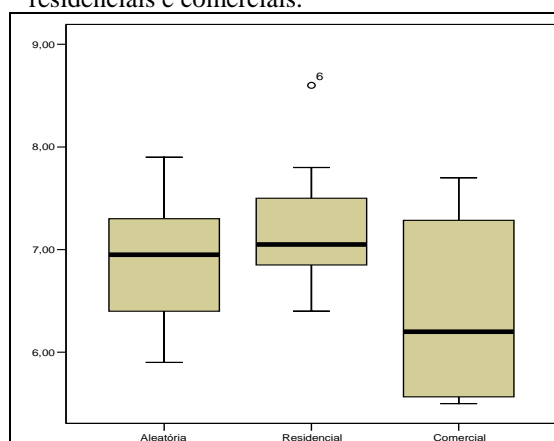


Figura 5 – Gráfico *boxplot* de pH das amostras de lodo de fossas sépticas no Distrito Federal.

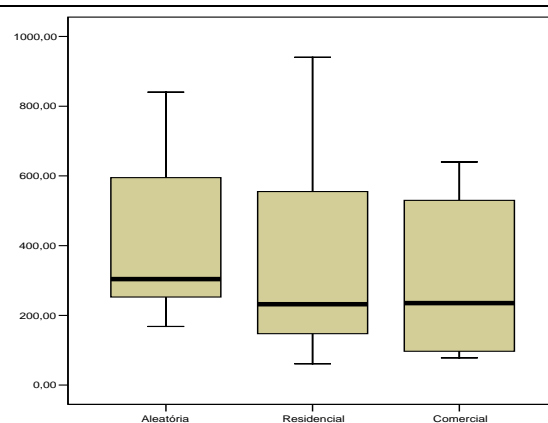
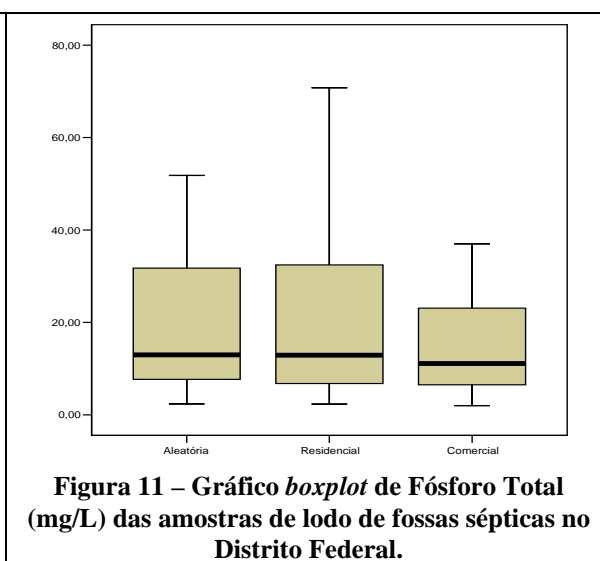
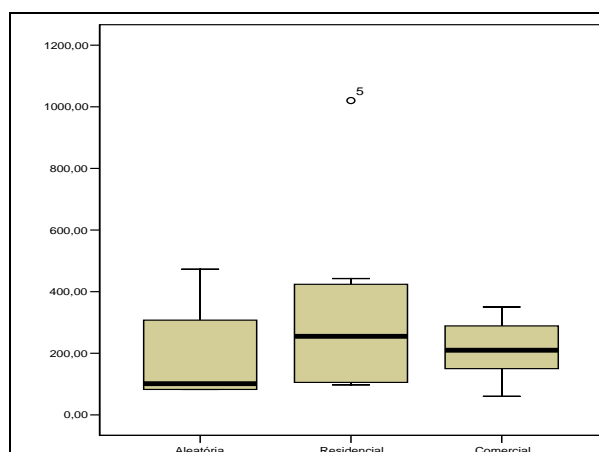
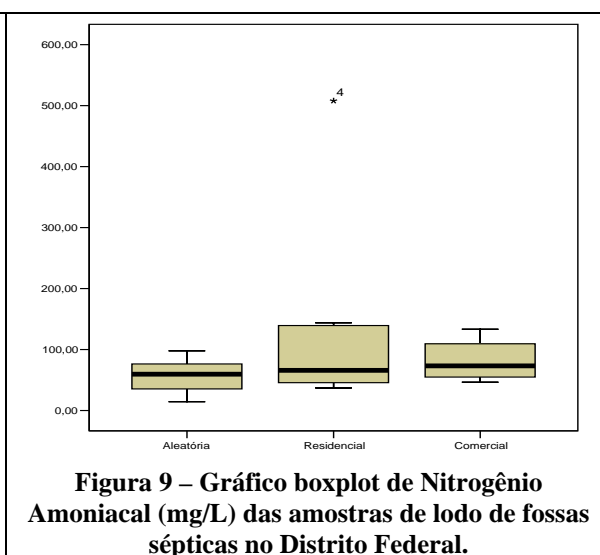
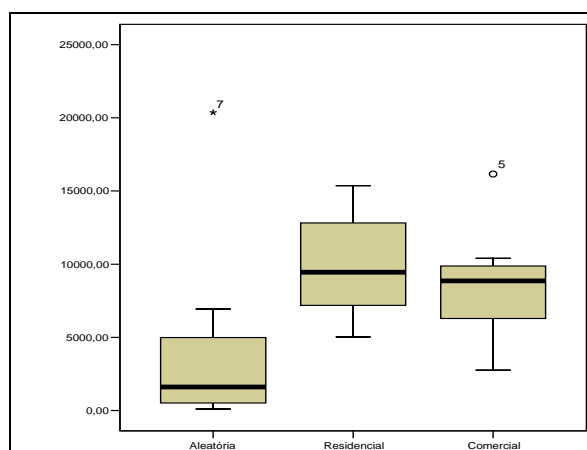
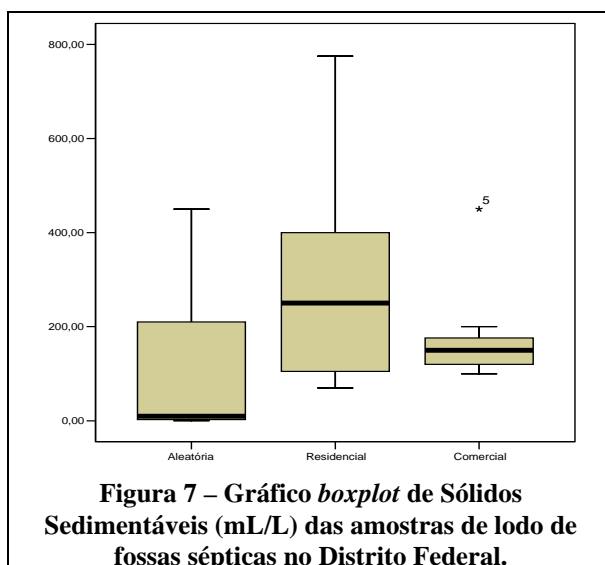


Figura 6 – Gráfico *boxplot* da Alcalinidade Total (mg/L) das amostras de lodo de fossas sépticas no Distrito Federal.



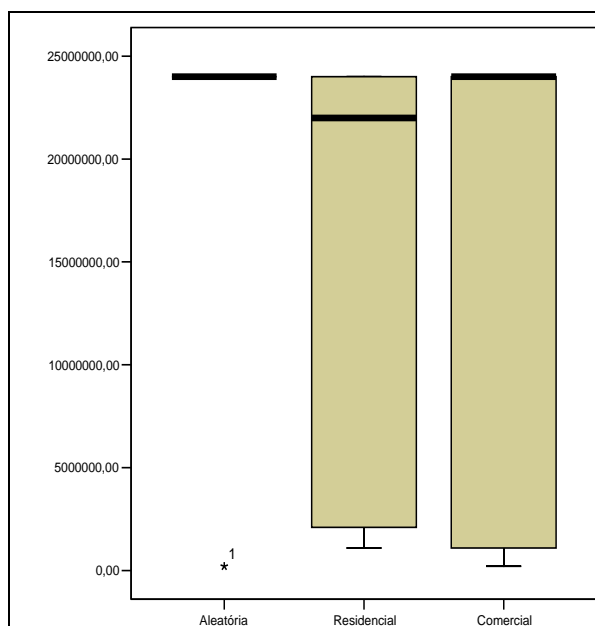


Figura 15 – Gráfico *boxplot* de Coliformes Totais (NMP/100 mL) das amostras de lodo de fossas sépticas no Distrito Federal.

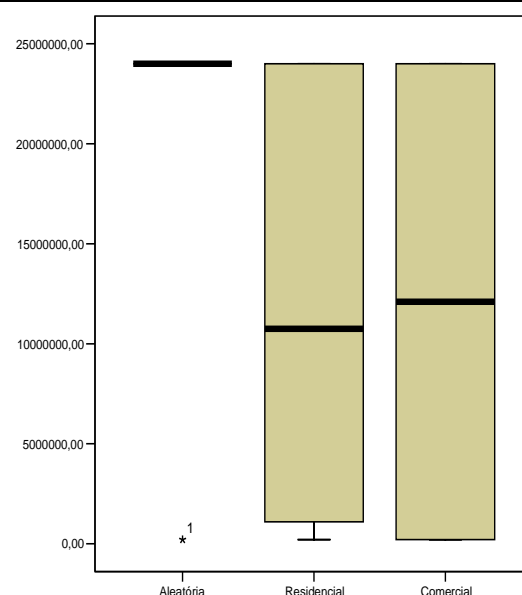


Figura 16 – Gráfico *boxplot* de *E. coli* (NMP/100 mL) das amostras de lodo de fossas sépticas no Distrito Federal.

O pH das amostras aleatórias e residenciais ficou com valores em torno de 7 (Figura 5), enquanto que o das amostras comerciais apresentou menores valores, com média pouco acima de 6. Quanto à alcalinidade do lodo, nota-se na Figura 6 que o lodo de fossa proveniente das coletas aleatórias mostrou-se mais alcalino que os das amostras residenciais e comerciais.

Quanto aos sólidos sedimentáveis (Figura 7), pode-se notar que as amostras aleatórias do lodo possuem baixas concentrações de sólidos sedimentáveis, com média de 65 mL/L, enquanto que o lodo residencial é o que possui sedimentabilidade.

Os valores encontrados de DQO (Figura 8) mostram que a média encontrada nas amostras aleatórias foi de 2.500 mg/L, enquanto que nas amostras residenciais e comerciais, as médias de concentração de DQO foram respectivamente 9.916 mg/L e 8.620 mg/L.

Os parâmetros analisados: Nitrogênio Amoniacal, NTK e Fósforo Total, não apresentaram muita variação, em seus valores médios, entre os diferentes tipos de lodo de fossa (Figuras 9, 10 e 11).

CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

O lodo de fossa possui densidade bastante variável e as amostras coletadas apresentaram um valor médio de 1.042,5 kg/m³.

As amostras aleatórias do lodo de fossa caracterizou-se por valores médios de pH em torno de 7, baixa decantabilidade, e menores concentrações, em relação às amostras residenciais e comerciais, de NTK, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total e especialmente de DQO, com valor médio 50% menor que dos outros tipos de amostras.

Os valores encontrados de Coliformes Totais e E-Coli foram bastante altos, e variaram bastante nas amostras de lodo residenciais e comerciais, sendo que a média dos E-Coli ficou bem abaixo da dos Totais.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V. (Coordenador). Usos Alternativos de Lodos de Estações de Tratamento de Água e Estações de Tratamento de Esgoto. ABES, Rio de Janeiro, 2006.
2. APHA, AWWA and WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington, D.C., U.S.A, 1998.
3. EPA- Environment Protection Agency. Decentralized Systems Technology Fact Sheet. Septage Treatment / Disposal. EPA:USA, 1999.
4. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse. McGraw-Hill, Nova Iorque, 1991.