Testes de centrifugação para estimativa de sólidos em suspensão em amostras de resíduos esgotados por carros limpa-fossa.

Bruno e Silva Ursulino[1], Marise Daniele Maciel Lima[2], Maria Jaiane Germano Pinheiro[2], Priscilla Barbosa de Araújo Silva[2], Tatiane Tavares Bezerra[2], Yannice Tatiane da Costa Santos[3]

[1]Aluno do curso de Engenharia Ambiental do IFCE – Campus Juazeiro do Norte. e-mail: brunosenga@gmail.com
[2]Alunas do curso Técnico em Eletrotécnica do IFCE – Campus Juazeiro do Norte. e-mail: marise_daniele@hotmail.com, mariajaiane@hotmail.com, priscilla.b.silva@bol.com.br, tatiane.tbezerra@yahoo.com.br
[3]Professora do IFCE – Campus Juazeiro do Norte.. e-mail: yannice@ifce.edu.br

Resumo: Um dos parâmetros utilizados para avaliar o grau de tratamento para esgotos são as frações de sólidos, destacando-se a fração em suspensão. O método clássico para determinação de SST utiliza o processo de filtração em membrana para quantificar os sólidos retidos das amostras brutas. Entretanto, as analises dessa metodologia podem perder sua credibilidade devido as elevadas diluições aplicadas para obtenção dos resultados. Dessa maneira, o presente trabalho propõe avaliar qual a melhor rotação e tempo necessária na centrifuga para se obter um sobrenadante de melhor qualidade com o intuito de futuramente ter relação com o teor de sólidos suspensos, tomando como parâmetro de medição a turbidez. Foram analisados amostras de três carros limpa-fossa com diferentes concentrações de sólidos suspensos. Os valores de turbidez decaíram de acordo com a intensidade da rotação e tempo de exposição. Houve maior dispersão com tempo de exposição de 20 minutos, e quando acrescido apenas 10 minutos a mais (30 minutos), esses valores reduziram de modo que a média aritmética caísse consideravelmente, bem como os valores máximo e mínimos.

Palavras–chave: fossas, sobrenadante, sólidos suspensos, turbidez

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a precariedade do setor de saneamento é de fato um problema que atinge a maioria das regiões do país. Devido a precariedade desse serviço, principalmente no que tange ao esgotamento sanitário (coleta de esgoto) atualmente, segundo dados do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), cerca de 78 milhões de habitantes fazem a própria gestão dos esgotos gerados, sendo o uso de fossas uma das alternativas técnicas mais utilizadas (MEDEIROS, 2004).

A região do nordeste reflete essa situação sendo uma das regiões que apresenta pequena porcentagem quanto aos domicílios beneficiados pela rede coletora de esgoto.A cidade de Juazeiro não difere desta estatística, o esgotamento sanitário cobre apenas 38,63% da cidade no ano de 2012 (IPECE, 2011).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2001), Juazeiro do Norte apresenta uma população de 249.829 habitantes, sendo a maior cidade do interior cearense. Devido a falta de cobertura pelo sistema público de esgotamento sanitário na cidade, a população adota como sistema de disposição final dos seus resíduos as fossas, por possuírem facilidade construtiva e operacional.

A fossa é um dispositivo bem mais popular de disposição dos despejos domiciliares, construído sem nenhuma orientação técnica, geralmente com fundo de areia e laterais perfuradas, sem nenhum dispositivo especial de saída do efluente, estrutura de retenção de escuma e sobrenadantes (SANTOS, 2009).

Apesar de se conhecer a fundo as características físicas, químicas e biológicas dos esgotos domésticos, isso não ocorre com os resíduos esgotados de tanques sépticos e fossas, realizados por carros limpa-fossas que são gerados em diversas cidades do país e do mundo.

Tal resíduo, dependendo da fonte geradora (residencial, familiar, comercial, hospitalar, industrial), do tempo de armazenamento, do tipo de sistema (fossa ou tanque séptico), frequência de esgotamento e número de contribuintes, pode refletir em características diferentes.

ISBN 978-85-62830-10-5

Resíduos esgotados apresentam potencial poluidor elevado e quando dispostos em ambientes aquáticos sem tratamento prévio adequado, favorece a ocorrência de problemas como assoreamento e eutrofização, podendo causar sérios danos ambientais, aos usos da água, à saúde humana e economia local.

Um dos parâmetros utilizados para avaliar o grau de tratamento para esgotos são as frações de sólidos, destancando-se a fração em suspensão (SST- sólidos suspensos totais) que é referente a todo o material particulado com diâmetros iguais ou superiores a 0,45µm.

O teor de sólidos suspensos reflete a presença de microrganismos, condições de turbidez da amostra, sedimentação de material e estimativa de matéria orgânica.

De acordo com estudo realizado por Santos (2009), as concentrações de SST levantadas variaram entre 198 a 32.324mg/L.

Ratis (2009) encontrou faixas de 134 a 33.733 mg/L referente a diversas amostras oriundas de sumidouros, tanques sépticos, fossa-sumidouro de residências, restaurantes, hospitais, comércio, o que justifica a enorme variabilidade.

Amostras de resíduos esgotados apresentam, na maioria dos casos, altas concentrações de sólidos totais. O método clássico para determinação de SST utiliza o processo de filtração em membrana para quantificar os sólidos retidos das amostras brutas. Segundo Santos (2009), esses resultados podem perder sua credibilidade devido as elevadas diluições aplicadas para obtenção dos resultados, que tendem a extrapolação do valor real. O processo de secagem da membrana em estufa por 2 horas a 105ºC é tido também como um aspecto negativo, pois requer longo tempo operacional para a conclusão da análise.

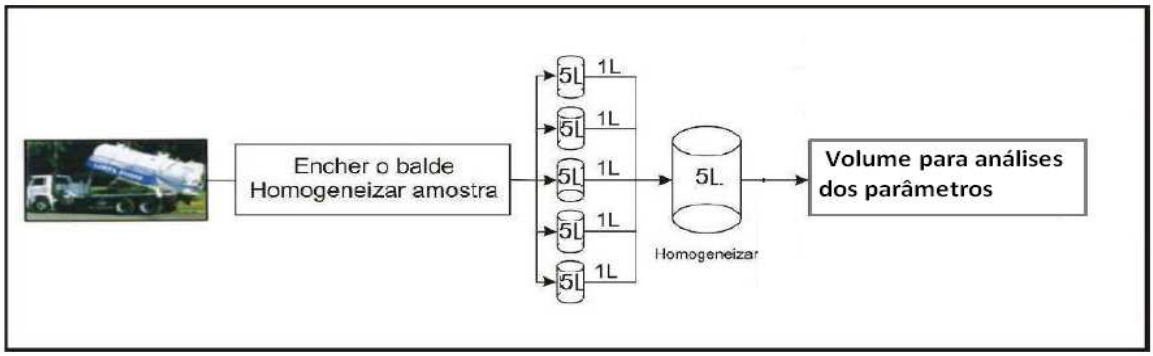
Este trabalho propõe avaliar qual a melhor rotação e tempo necessário para se obter um sobrenadante de melhor qualidade com o intuito de futuramente haver relação com o teor de sólidos em suspensão, tomando como parâmetro de medição a turbidez.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no mês de junho de 2012 na Estação de Tratamento de Esgoto Malvas localizada em Juazeiro do Norte – CE. As amostras colhidas pelos carros limpa-fossas eram procedentes de três bairros da cidade. As coletas dos resíduos foram realizadas seguindo os procedimentos de amostragem no momento da descarga do caminhão no sistema de lagoas, seguindo as orientações de Ratis (2009), da seguinte forma:

Foram coletados cinco baldes de 5L de capacidade cada, durante a descarga de todo o volume do caminhão. Dessa forma, acredita-se que estará retirando uma amostra de cada nível de esgoto do interior do caminhão, uma vez que a descarga ocorre geralmente por um escape que fica na parte inferior do tanque.

De cada balde de cinco litros foi retirado 1L de amostra, e acumulado em outro recipiente de 10L de volume, formando assim 5L de amostra composta, oriunda de cada balde de cinco litros. A partir dessa amostra composta foram retiradas as devidas alíquotas para a análise de parâmetros específicos, conforme apresenta na figura 01. No total, três amostras foram submetidas ao experimento.



Fonte: Ratis (2009)

Figura 01: Esquema de coleta dos resíduos

Para a determinação de SST foi utilizado o método gravimétrico - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - no qual há separação de sólidos suspensos e dissolvidos através de filtração em membrana, com poros de 0,45µm, seguido de quantificação da concentração celular após evaporação e secagem, a uma temperatura de 103 a 105ºC.

Todas as três amostras foram diluídas a 10% com água deionizada para facilitar a filtração.

Para as análises de turbidez, utilizou-se tubos falcon de 15mL de capacidade, alimentados com 10 mL da amostra bruta. Quatro séries de 12 tubos foram centrifugadas nas seguintes etapas: 3000 rpm a 20 e 30 minutos, e 4000 rpm a 20 e 30 minutos. O procedimento foi finalizado com a medição do volume sedimentado e da turbidez do sobrenadante.

Série - Amostras	**Quantidade de tubos falcon 15mL**	**Rotação de centrifugação 3000 rpm**	**Rotação de centrifugação 4000 rpm**
Caminhão 1	12 tubos	Tempo - 20 minutos	
		Tempo - 30 minutos	
Caminhão 1	12 tubos	Tempo - 20 minutos	
		Tempo - 30 minutos	
Caminhão 1	12 tubos	Tempo - 20 minutos	
		Tempo - 30 minutos	

Quadro 1 – Procedimentos de centrifugação das amostras para determinação da turbidez.

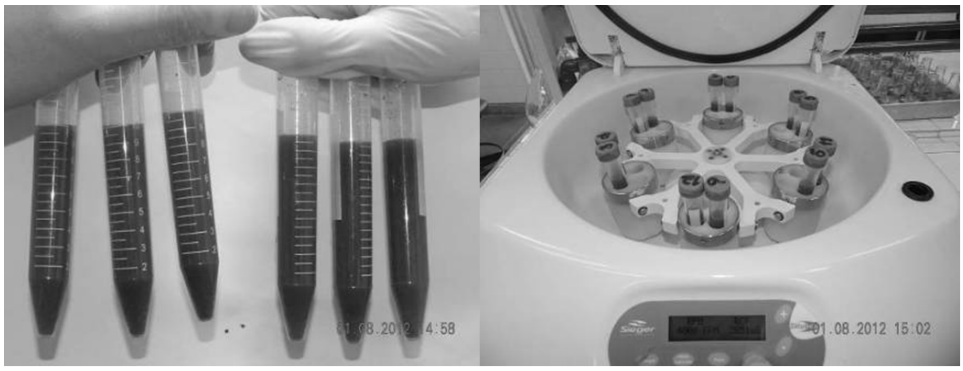


Figura 2 – Amostras brutas em tubos falcon e procedimento de centrifugação a 4000rpm.

Testes estatísticos descritivos e análise de variância (ANOVA Gráfica) foram realizados com os resultados de turbidez das replicatas das amostras após a centrifugação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 01 e 02 apresentam a estatística descritiva dos resultados de turbidez das séries de centrifugação a 3000 rpm e 4000rpm, submetidos a tempos de 20 e 30 minutos.

De forma geral, observa-se que as médias, bem como as medianas reduziram os valores de turbidez principalmente com a rotação.

Tabela 01 - Estatística descritiva dos valores de turbidez após centrifugação de 3000 e 4000 rpm a 20 minutos.

Estatística Descritiva	Tempo de Centrifugação – 30 minutos					
	Rotação – 3000 rpm			Rotação – 4000 rpm		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
n	12	12	12	12	12	12
Média	139	122	264	55	59	244
Mediana	141,5	115,5	245,5	54	37,5	244,5
Máximo	154	181	444	82	147	358
Mínimo	115	50	200	30	19	85
DP*	12,199	36,285	63,130	17,476	46,765	76,245
%CV**	9	30	24	32	79	31

*Desvio Padrão

**Coeficiente de variação

Tabela 02 - Estatística descritiva dos valores de turbidez após centrifugação de 3000 e 4000 rpm a 30 minutos.

Estatística Descritiva	Tempo de Centrifugação – 20 minutos					
	Rotação – 3000 rpm			Rotação – 4000 rpm		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
n	12	12	12	12	12	12
Média	196	228	392	75	104	295
Mediana	202,5	266	395	67,5	102,5	287,5
Máximo	220	385	573	111	158	473
Mínimo	115	26	266	50	26	102
DP*	27,154	109,954	99,436	22,664	35,765	98,649
%CV**	14	48	25	30	34	33

*Desvio Padrão

**Coeficiente de variação.

Graficamente (figura 03) os valores de turbidez, de modo geral, e como já se esperava, decaíram de acordo com a intensidade da rotação e tempo de exposição. Entretanto, houve maior dispersão com tempo de exposição de 20 minutos, e quando acrescido apenas 10 minutos a mais (30 minutos), esses valores reduziram de modo que a média aritmética caísse consideravelmente, bem como os valores máximo e mínimos.

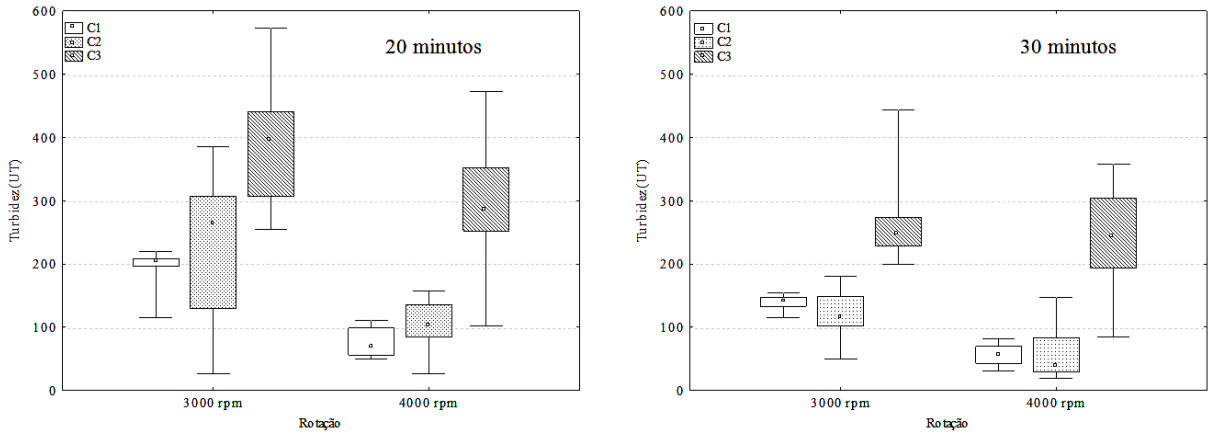


Figura 03: Gráficos Box-plots com MÉDIA, MÁXIMO e MÍNIMO das amostras submetidas a rotações de 3000 e 4000rpm, em um tempo de 20 minutos (à esquerda) e a 30 minutos (à direita).

O caminhão C3 visualmente era o mais concentrado, e, portanto foi o menos afetado pelos tipos de centrifugação. Acredita-se que para estes tipos de amostras, as velocidades tendem a serem maiores.

De acordo com as porcentagens calculadas a partir das médias aritméticas entre as rotações submetidas na centrífuga e o tempo de exposição, nota-se que é mais viável aumentar a velocidade de rotação do que prolongar o tempo. As melhores porcentagens de remoção aconteceram no tempo de 20 minutos (61,7%, 54,4% 3 24,7%).

Tabela 03 – Comparação dos percentuais de remoção de turbidez.

Diferenças Percentuais da turbidez				
Amostras	**Entre rotações**		**Entre os tempos**	
	20 minutos	**30 minutos**	**3000rpm**	**4000rpm**
C1	61,7%	60,4%	29,1%	26,7%
C2	54,4%	51,7%	46,5%	43,3%
C3	24,7%	7,6%	32,6%	17,3%

Conforme pode ser visto no gráfico da análise de variância (Figura 04 e 05) as amostras C1 e C2, para ambos os tempos de exposição, foram consideradas pertencentes a grupos diferentes. Como pôde ser notado nos gráficos Box-plots, a amostra C3 variou bastante em suas leituras de turbidez, com resultados distantes da média e bem dispersos, levando a crer que não há diferença significativa entre os dados, apesar do decréscimo ao longo do processo. Logo, a velocidade de rotação deverá ser aumentada para conseguir remover os sólidos em suspensão na coluna líquida para o fundo do tubo falcon.

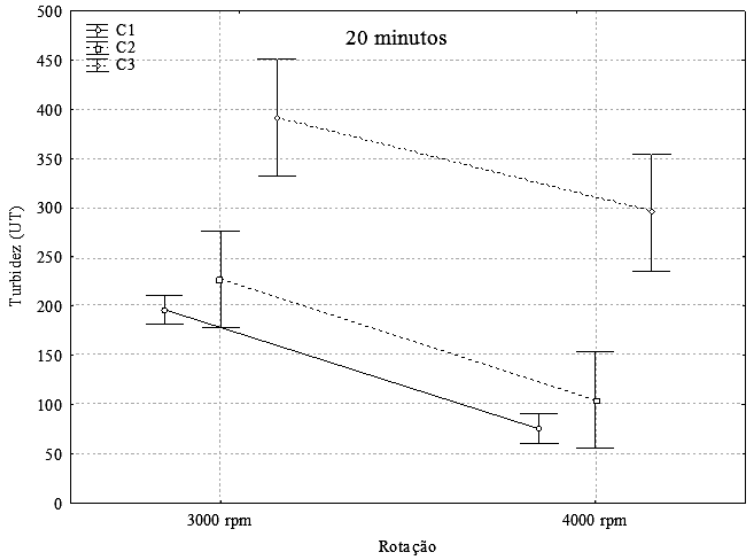


Figura 04 – ANOVA gráfica dos resultados de turbidez submetidas a 20 minutos de tempo de exposição.

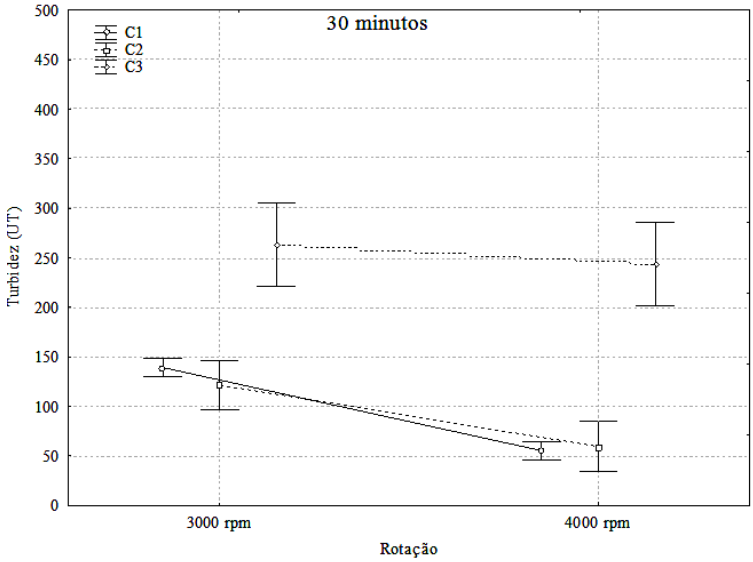


Figura 05 – ANOVA gráfica dos resultados de turbidez submetidas a 30 minutos de tempo de exposição.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que, de forma geral, como já se esperava, os valores de turbidez decaíram de acordo com a intensidade da rotação e tempo de exposição.

Houve maior dispersão com tempo de exposição de 20 minutos, e quando acrescido apenas 10 minutos a mais (30 minutos), esses valores reduziram de modo que a média aritmética caísse consideravelmente, bem como os valores máximo e mínimos.

Acredita-se que para estes tipos de amostras com teores de sólidos elevados (observados visualmente), as velocidades tendem a serem maiores.

De acordo com as porcentagens calculadas a partir das médias aritméticas entre as rotações submetidas na centrífuga e o tempo de exposição, nota-se que é mais viável aumentar a velocidade de rotação do que prolongar o tempo.

A análise de variância apontou a existência de dois grupos distintos de dados para duas das três amostras analisadas, considerando a rotação e o tempo, sugerindo o quão é importante se testar velocidades diferentes para se obter a menor concentração de turbidez.

A partir desses resultados preliminares recomenda-se que estes sejam comparados as análises de sólidos suspensos totais pela técnica descrita em APHA et al, com o intuito de se conseguir uma relação direta entre essas variáveis, de modo a agilizar e reduzir o tempo de análise laboratorial.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000 -** Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 4 jul. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Municipal:** Juazeiro do Norte. Fortaleza, 2011.

MEDEIROS, D.D.V. **Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização no tratamento de resíduos esgotados de fossas sépticas.** 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

RATIS, A.N.F.A. **Caracterização dos Resíduos Esgotados de Sistemas de Tratamento Individual de Esgotos Domésticos de Natal.** 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SANTOS, Y.T.C. **Caracterização do conteúdo de fossas e tanques sépticos na cidade de Natal**. 2009. 204f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.