

## **II-020 – MATÉRIA ORGÂNICA E NITROGENADA EM RESÍDUOS ESGOTADOS POR CARROS LIMPA-FOSSAS NO SUL DO CEARÁ**

**Iacy Maria Pereira de Castro**<sup>(1)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – Campus Juazeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/ IFCE.

**Maria Carolina da Silva Oliveira**<sup>(2)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – Campus Juazeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/ IFCE.

**Joana Paula Menezes Gomes**<sup>(3)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – Campus Juazeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/ IFCE.

**Yannice Tatiane da Costa Santos**<sup>(4)</sup>

Professora do Curso de Engenharia Ambiental/ Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará- Campus Juazeiro do Norte

**Jefferson Queiros Lima**<sup>(5)</sup>

Professor do Curso de Engenharia Ambiental/ Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará- Campus Juazeiro do Norte

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646- Planalto – Juazeiro do Norte - CE - CEP: 63040-540 - Brasil - Tel: +55 (88) 2101-5342 – E-mail: [iacy\\_castro@yahoo.com.br](mailto:iacy_castro@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Assim como acontece comumente no Brasil, a região do nordeste apresenta pequena porcentagem quanto aos domicílios beneficiados pela rede coletora de esgoto. A cidade de Juazeiro do Norte não difere desta estatística, com uma população de 249.829 habitantes é a maior cidade do interior cearense, porém, o esgotamento sanitário cobre apenas 38,63% da cidade. 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. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar, quanto os teores de Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio e frações nitrogenadas, os resíduos esgotados de fossas da cidade de Juazeiro do Norte. A coleta dos resíduos foi realizada seguindo os procedimentos de amostragem no momento da descarga do caminhão na estação de tratamento de esgotos Malvas. Após as análises laboratoriais as nove amostras estudadas apresentaram médias de DQO, DBO<sub>5</sub>, amônia e nitrogênio orgânico de 2211,5 mgO<sub>2</sub>/L, 1310,8mgO<sub>2</sub>/L, 302,2mgN/L e 251,52 mgN/L, respectivamente. As amostras podem ser consideradas com alta parcela biodegradável, o que aparentemente é favorável para que este tipo de resíduo seja tratado por mecanismos biológicos, contudo é de fundamental importância conhecer as características físico-químicas e microbiológicas desses resíduos para analisar a eficiência do método de tratamento a ser aplicado tomando conscientemente o dimensionamento de ETE's, obedecendo assim a capacidade de autodepuração dos corpos receptores mediante o recebimento desses efluentes tratados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fossa, limpa-fossas, nitrogênio, matéria orgânica.

### **INTRODUÇÃO**

Sabe-se que o sistema de saneamento no Brasil é bastante precário, principalmente em relação aos aspectos que envolvem o sistema coletor e de tratamento de esgoto. Segundo Meneses (2006) estima-se, que apenas 10% do total de esgoto gerado país recebam algum tipo de tratamento. 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 espuma e sobrenadantes (SANTOS, 2009).

Diferente do que ocorre no tanque séptico, o esgoto não é pré-tratado para ser disposto no meio ambiente, pois ao entrar na fossa parte do efluente infiltra no solo por meios dos orifícios existente nas paredes e fundo, deixando assim material orgânico e inorgânico particulado.

Um dos grandes problemas na utilização desse sistema se dá por conta que o material disposto passa anos se acumulando no fundo, tendo uma remoção de matéria orgânica baixa e, dessa forma, os teores de matéria orgânica e nutrientes são muito elevados.

A Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é o parâmetro normalmente usado para medir o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido requerido pelo metabolismo de bactérias aeróbias nas reações de oxidação da matéria orgânica, bem como quantificar a matéria orgânica biodegradável presente nos corpos d'água e esgoto (MENESES, 2006).

Já a Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um importante parâmetro amplamente utilizado para medir a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a fração orgânica através do dicromato de potássio em solução ácida (MENESES, 2006).

Dentre os diversos tipos de frações nitrogenadas encontradas em águas residuárias, nos esgotos domésticos brutos as principais formas presentes de nitrogênio são o orgânico e a forma amoniacal (amônia). As formas de nitrato e nitrato estão presentes, porém em concentrações muito pequenas devido a baixa presença de oxigênio para a conversão destas formas.

Em um curso d'água, a determinação da forma predominante de nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgotos a montante. Se esta poluição é recente, o nitrogênio estará basicamente em sua forma orgânica e amoniacal, se antiga, basicamente na de nitrato (VON SPERLING, 2005).

Ao se determinar a DBO, DQO e as formas de nitrogênio, não se conhece apenas a carga poluidora de uma água residuária, mas também o tempo que aconteceu a poluição e o impacto que os despejos domésticos ou industriais pode vir causar no meio ambiente.

Diante da importância de ser analisar esses parâmetros o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os resíduos esgotados de fossas, quanto os teores de DBO, DQO e das frações nitrogenadas (orgânica e amoniacal) da cidade de Juazeiro do Norte, fazendo a comparação com outros tipos de resíduos e efluentes e, analisando o seu potencial poluidor.

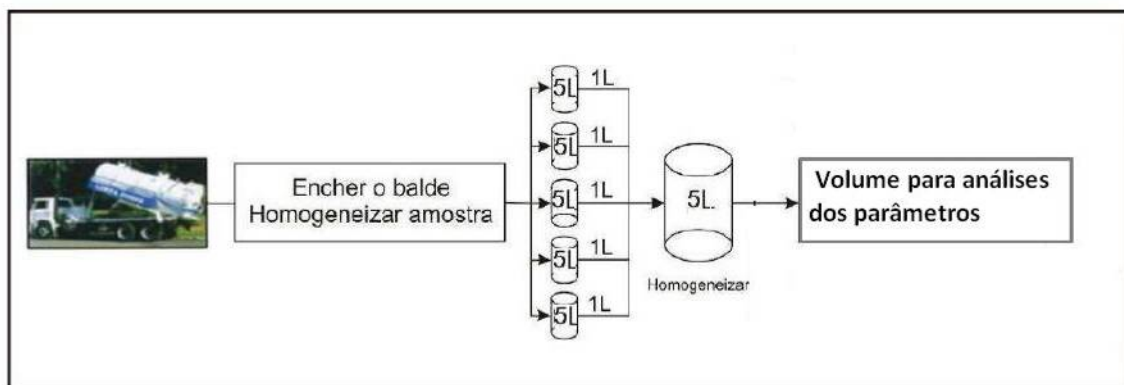
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

As amostras colhidas pelos carros limpa-fossas eram procedentes de nove bairros da cidade, totalizando 14 amostras finais. 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.



Fonte: Ratis (2009)

**Figura 01: Esquema de coleta dos resíduos esgotados no momento do deságue na ETE.**

O quadro 1 e a figura 02 apresentam as metodologias analíticas e referência utilizadas para a determinação das variáveis DBO<sub>5</sub>, DQO, nitrogênio orgânico e amoniacal.

Parâmetros	Metodologia	Referência
DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)	Respirometria - Equipamento Modelo BOD Hach TM	APHA et al., 1998
DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	Digestão por refluxação fechada	
Nitrogênio Amoniacal (mgN/L) – NH <sub>3</sub>	Titulométrico - Destilação seguida de leitura titulométrica com ácido sulfúrico 0,02N	
Nitrogênio Orgânico (mgN/L) – N.Org	Titulométrico - Digestão e destilação seguida de leitura titulométrica com ácido sulfúrico 0,02N	

**Quadro 1 - Metodologias analíticas e referências utilizadas para a determinação das variáveis DBO<sub>5</sub>, DQO, nitrogênio orgânico e amoniacal.**



**Figura 02: Metodologias empregadas na determinação dos parâmetros e equipamentos utilizados.**

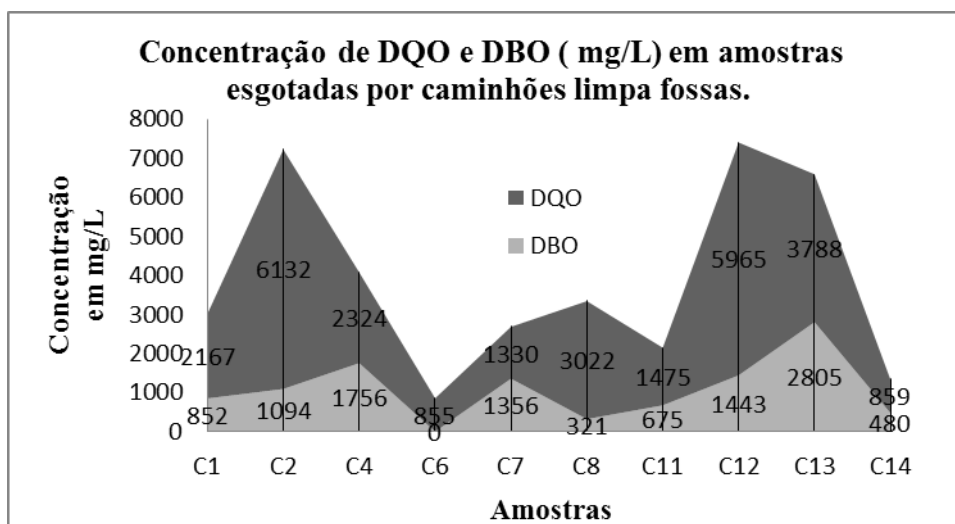
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises laboratoriais as 14 amostras estudadas apresentaram DBO<sub>5</sub> e DQO média de 1310,8 e 2211,5 mgO<sub>2</sub>/L, respectivamente. Concentrações médias de NH<sub>3</sub> e N. Orgânico foram da ordem de 302,2 e 251,5 mgN/L, alistados na tabela 01.

**Tabela 01: Estatística descritiva de amostras esgotadas por carros limpa fossas**

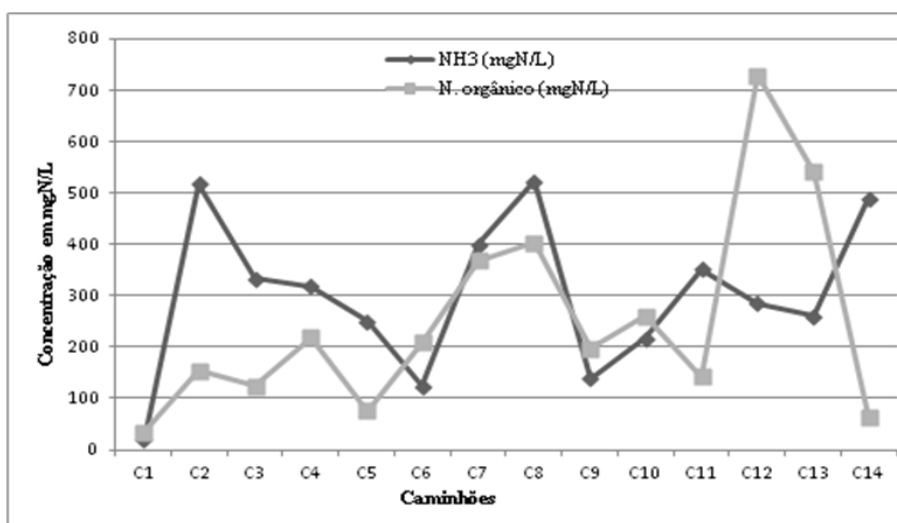
Estatística descritiva de amostras esgotadas por carros limpa fossas.				
	DQO	DBO	NH <sub>3</sub>	N. Orgânico
Média (mg/L)	2211,5	1310,8	302,2	251,5
Desvio Padrão	1890,5	675,6	150,4	197,2
nº de dados (n)	10	9	14	14

As amostras apresentaram concentrações máximas de DQO de 6132, 4 mgO<sub>2</sub>/L e mínima de 194,6 mgO<sub>2</sub>/L. Concentração máxima de DBO<sub>5</sub> de 2805 mgO<sub>2</sub>/L e mínima de 321 mgO<sub>2</sub>/L. Mediante alguns problemas técnicos-analíticos não foi possível verificar a concentração de matéria orgânica das amostras, C3, C5, C9 e C10. Os valores encontrados para as demais amostras estão apresentados no gráfico da figura 03.



**Figura 03: Concentração de DQO e DBO<sub>5</sub> de amostras esgotadas por carros limpa fossas em mg/L.**

Quanto as concentrações máximas e mínimas das frações nitrogenadas, a concentração de NH<sub>3</sub> foi de 523,3 e 19,7 mgN/L, respectivamente; e de N. orgânico de 729,6 e de 34,4 mg N/L. As concentrações encontradas em cada amostras analisada estão apresentadas na figura 04 abaixo.



**Figura 04: Concentração de Amônia e N. Orgânico em mgN/L esgotadas por carros limpa fossas.**

Conforme a figura 04, as concentrações de amônia foram superiores em quase todas as amostras, com exceção do caminhão C6, C9, C12 e C13, quando comparado com a fração orgânica. O fato de não ter conhecimento dos intervalos entre os esgotamentos de cada sistema, bem como da composição do afluente bruto ao sistema, há dificuldade em se justificar a predominância de determinada fração perante a outra. Contudo, é normal que em ambientes predominantemente anaeróbios ocorram teores de amônia mais elevados devido a não continuidade da oxidação no nitrogênio pela ausência de oxigênio, porém, em alguns casos, como foi visto nos resultados, essa fração orgânica se aproxima e se distancia dependendo do tipo de sistema, efluente (sanitário, águas servidas da cozinha, lavanderia) e tempo de contribuição.

**Tabela 02: Faixas de concentrações de DBO<sub>5</sub>, DQO, NH<sub>3</sub> e N.Orgânico em esgotos tipicamente domésticos apresentados por Von Sperling (2005) e Gonçalves e Souza (1997) e desta pesquisa.**

Concentrações típicas de esgoto doméstico			
Parâmetros (mg/L)	Von Sperling (2005)	Gonçalves e Souza (1997)	Resultados desta Pesquisa
DQO	450 - 800	250 - 1.000	194,6- 6132
DBO	250 - 400	110 - 400	321 - 2805
NH <sub>3</sub>	20-35	12-50	19,7 - 523
N. Orgânico	15-25	8-35	34 - 730

Observando as faixas de concentração de esgoto doméstico apresentadas por Von Sperling (2005) e por Gonçalves e Souza (1997) observou-se nitidamente que a maioria dos resíduos pesquisados não possui características de um esgoto doméstico, apesar de serem oriundos de residências. Tabela 02.

Considerando os valores encontrados de Amônia e N. Orgânico das amostras com o que foi exposta acima, apenas C1 apresentou concentração equivalente a um resíduo tipicamente doméstico. Além disso, as concentrações de DBO<sub>5</sub> e DQO são elevadíssimas, cerca de 10 a 12 vezes mais concentradas. A tabela 03 apresenta valores relativos a concentração de DQO, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub> e N. Orgânico feitas por vários pesquisadores que estudaram resíduos provenientes de decanto-digestor e fossas.

**Tabela 03: Concentrações médias relativas aos teores de frações de DBO, DQO, NH<sub>3</sub> e N. Orgânico levantado por vários pesquisadores.**

<b>Concentração de DQO, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub> e N. Orgânico de efluentes diversos.</b>									
Parâmetros (mg/L)	*Brandes, 1978	*USEPA, 1977	Filho et al, 2005	Meneses et al, 2001	*Cassini, 2003	*Rocha e Sant'Anna, 2005	**Ratis, 2009	Castilho Júnior et al, 2002	Resultados desta Pesquisa
DQO	8.640	45.000	6.198	6.895	10.383	7.911	5.056	6.208	2.211
DBO	2.300	5.000	1.890	2.434	2.808	2.829	2.649	1.890	1.311
NH <sub>3</sub>	-	-	57,97	88,87	-	-	86,3	58	302
N. Orgânico	-	-	-	34,91	-	-	-	-	252

Fonte: \*Apud Leite *et al.*, (2006). \*\*Adaptado de Ratis (2009)

As concentrações de DQO e DBO estão na faixa típica esperada para este tipo de resíduo. Porém, os valores do nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico se mostraram acima do que foi verificado pelos pesquisadores.

Os valores encontrados na pesquisa foram esperados se tratando de resíduos oriundos de fossas como o tipo de sistema de disposição final utilizado. Meneses (2001) em seu trabalho de caracterização físico-química dos resíduos de tanques sépticos da cidade de Natal no Rio Grande do Norte encontrou concentrações de DBO e DQO situados entre 1.020 a 4.800 mg/l e entre 2.400 a 16.000 mg/L, respectivamente.

### Relação DQO/DBO

A relação DQO/DBO<sub>5</sub> pode nos fornecer o grau da fração biodegradável da matéria orgânica. E dessa forma nos indica o potencial poluidor de uma determinada amostra. As amostras apresentaram uma relação DQO/DBO<sub>5</sub> da seguinte ordem, conforme é apresentado na Tabela 04.

**Tabela 04: Relação DQO/DBO<sub>5</sub>**

<b>Amostras – Caminhões Limpa-fossa</b>	<b>Relação DQO/DBO<sub>5</sub></b>
C1	2,5
C2	5,6
C4	1,3
C7	1,0
C6	-
C8	9,4
C11	2,2
C12	4,1
C13	1,4
C14	1,8
Média	2,6

Não foi possível o cálculo da relação DQO/DBO<sub>5</sub> do C6, pois a DBO não pôde ser concluída.

Comparando as relações DQO/DBO<sub>5</sub> desta pesquisa com os levantados por Leite *et al* (2006) na tabela 05, logo em seguida, pode-se perceber que a fração biodegradável das amostras esgotadas por carros limpa-fossas mostrou-se menor ao que foi encontrado em amostras provenientes de lodo de decanto-digestor.

**Tabela 05: Relação DQO/DBO<sub>5</sub> encontrada por outros pesquisadores de lodo de decanto-digestor.**

Relações DQO/DBO <sub>5</sub> estudados por pesquisadores de lodo de decanto-digestor.					
DQO/DBO <sub>5</sub>	Brandes, 1978	USEPA, 1977	Cassini, 2003	Rocha e Sant'Anna, 2005	Curitiba, 2005
	3,76	9,0	3,70	2,80	5,06

Fonte: Adaptada de LEITE et al., (2006).

Segundo Von Sperling (2005), para esgotos domésticos brutos a relação DQO/DBO<sub>5</sub> varia em torno de 1,7 a 2,4. Para esgoto industrial essa relação pode variar: com relação maior que cerca de 2,5 é considerada baixa tendo uma fração biodegradável elevada. A relação entre 2,5 e 3,5 é considerada intermediária, onde a fração biodegradável não é elevada. Já sendo cerca de 3,5 ou 4,0 sua fração inerte (não biodegradável) é elevada.

De forma geral, as amostras podem ser consideradas com alta parcela biodegradável, o que aparentemente é favorável para que este tipo de resíduo seja tratado por mecanismos biológicos. Apesar desta vantagem, é válido ressaltar se a forma de tratamento a ser implantada será eficiente o suficiente para garantir que o produto disposto no meio ambiente não contaminará o mesmo.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que as amostras estudadas apresentaram concentrações de matéria orgânica, DBO<sub>5</sub> e DQO altas quando comparadas com de esgotos tipicamente domésticos, todavia, esses mesmos valores são típicos de amostras esgotadas dos sistemas de tratamento individual como fossas e tanques sépticos observadas na literatura.

A concentração de amônia se mostrou predominante na maioria das amostras em relação ao nitrogênio orgânico. Ademais, o fato de não ter conhecimento dos intervalos entre os esgotamentos de cada sistema, bem como da composição do afluente bruto ao sistema, dificulta justificar a predominância de determinada fração perante a outra.

No tocante a relação DQO/DBO<sub>5</sub> as amostras podem ser consideradas com alta parcela biodegradável, o que aparentemente é favorável para que este tipo de resíduo seja tratado por mecanismos biológicos, contudo é de fundamental importância conhecer as características físico-química e microbiológica desses resíduos para analisar a eficiência do método de tratamento a ser aplicado tomando conscientemente o dimensionamento de ETE's, obedecendo assim a capacidade de autodepuração dos corpos receptores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20.ed. Washington D C. 1998.
2. 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.
3. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Municipal: Juazeiro do Norte**. Fortaleza, 2011.
4. LEITE, B. Z.; INGUNZA, M. P. D.; ANDREOLI, C. V. Lodo de Decanto-digestores. In: ANDREOLI, C.V. (Coord.). **Alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 362-398.
5. MELO, E.J.R. **Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Nvo Horizonte na cidade de Araguari – MG**. 2007. 99f. Monografia (pós-graduação lato sensu em Engenharia Sanitária) – UNIMINAS, Uberlândia, 2007.
6. MENESES, C.G.R. **Evolução da biodegradabilidade da matéria orgânica em um sistema de lagoas de estabilização**. 2006. 127f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

7. MENESES. C.G.R; INGUNZA. M.P.D; FARIAS M. N.M; CÂMARA A.C.J. **Caracterização Físico-Química e Biológica dos Resíduos de Sistemas Tipo Tanque Séptico-Sumidouro da Cidade do Natal.** 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.
8. 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.
9. 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.
10. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1).