



III-351 – CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO ORGÂNICA PUTRESCÍVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Cláudia Echevengúá Teixeira⁽¹⁾

Bióloga (Universidade de Caxias do Sul - UCS/RS). MS. Engenharia Civil (UNICAMP/SP). Dra. Engenharia Civil e Ambiental (Universidade de Sherbrooke - Canadá). Pós-doc pela Universidade do Estado do Arizona. Profa. Pesquisadora - Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT- SP).

Vania Elisabete Schneider⁽²⁾

Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). MS. em Engenharia Civil (UNICAMP/SP). Dra. em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS/RS). Profa. Pesquisadora - Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS)

Denise Peresin⁽³⁾

Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (CARVI/UCS/RS). Especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (UERGS/RS). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM).

Raquel Finkler⁽⁴⁾

Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). MS. Engenharia Ambiental UFSC/SC). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM).

Maurício D'Agostini Silva⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). Técnico no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM).

Endereço⁽²⁾: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bloco V – Sala 206. Bairro Petrópolis – Caxias do Sul – CEP: 95070-560 – Brasil. Tel.: (54) 3218 2507 - Fax.: (54) 3218 2507 – e-mail: veschnei@ucs.br.

RESUMO

O diagnóstico quali-quantitativo da geração de resíduos, bem como as análises físico-químicas, configuram-se como ponto de partida para a tomada de decisão, planejamento e monitoramento dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Dados bibliográficos demonstram que existem diversas metodologias para determinação da matéria orgânica e diversos fatores de correção são propostos, nos casos em que a matéria orgânica é determinada através dos valores de Carbono Orgânico Volátil. Neste trabalho são apresentados e discutidos os resultados obtidos referentes à fração orgânica degradável, obtidos em séries históricas de caracterização de resíduos sólidos urbanos do município de Caxias do Sul, além de caracterizar a fração orgânica em relação aos sólidos totais voláteis e carbono orgânico total. Os dados revelam que no ano de 2002 o percentual de matéria orgânicaputrescível era de aproximadamente 45% e que nos anos de 2003 e 2008 esse percentual permaneceu em torno de 60%. O fator de correlação STV/COT variou entre os períodos avaliados (estações: primavera, outono e inverno de 2008), sendo que a razão média foi de 1,75. Com as análises realizadas verificou-se que a padronização de métodos para a determinação de matéria orgânica facilitaria a determinação do coeficiente entre STV/COT. O desenvolvimento de metodologias para análise específica de resíduos sólidos urbanos e a uniformização dos métodos é um passo decisivo para a consolidação do desenvolvimento de tecnologias próprias para o descarte adequado e ambientalmente seguro dos mesmos. Observa-se ainda a necessidade de desenvolver métodos para limitar as variações de resultados, em função das amostras estarem no estado sólido, o que resulta em amostras heterogêneas.

PALAVRAS-CHAVE: carbono orgânico total, matéria orgânica, coeficiente STV/COT, resíduos sólidos urbanos.

INTRODUÇÃO

O fracasso de sistemas de manejo e tratamento de resíduos sólidos domésticos, muitas vezes está relacionado à inexistência de um inventário quali-quantitativo destes resíduos. A falta deste reflete diretamente no dimensionamento e na estruturação do sistema. A escolha de um sistema de tratamento e seu dimensionamento é diretamente afetada pela utilização de dados de geração de resíduos que normalmente não refletem a realidade local, acarretando com isto inúmeros problemas de ordem técnico-financeira. Convém ressaltar que tais estudos devem ser levados a efeito para cada município, respeitando-se as características sócio-econômicas, culturais e populacionais locais, fatores estes que influenciam diretamente na geração quali- e



quantitativa de resíduos. A composição física dos resíduos é utilizada para descrever os componentes individuais que constituem um fluxo de resíduos e a sua distribuição relativa no grupo, recorrendo geralmente a valores percentuais em massa úmida (CRUZ, 2005). Em linhas gerais, os constituintes da composição física dos resíduos sólidos domésticos se dividem em dois grandes grupos: matéria orgânica (constituída de restos orgânicos que formam uma mistura heterogênea) e o grupo dos materiais facilmente identificáveis como papel, papelão, plástico, vidro, metal, entre outros. Segundo Mandelli (1997) além das categorias de matéria orgânica putrescível; plástico; papel e papelão; vidro; metal ferroso; metal não-ferroso; pano, trapo, couro e borracha; madeira; pedra, terra e cerâmica; misto e diversos, a autora acrescenta as categorias de contaminantes biológicos e contaminantes químicos.

Schneider (1994) propôs que os resíduos sejam avaliados segundo seu potencial de tratabilidade, considerando que além dos resíduos com potencial de compostagem e reciclagem, existem resíduos descartáveis. Os critérios de tratabilidade seguem as seguintes definições:

Biodegradáveis: materiais passíveis de serem reincorporados aos ciclos biogeoquímicos, por ação de organismos decompositores.

Recicláveis: materiais passíveis de serem reincorporados aos ciclos produtivos industriais.

Descartáveis: materiais para os quais ainda não existem processos que tornem possível o retorno de seus constituintes aos ciclos naturais ou artificiais, num curto espaço de tempo, ou que sua reciclagem não seja economicamente viável.

No momento da caracterização física (segregação e pesagem), a “matéria orgânica putrescível” representa o restante dos resíduos que não foi identificado em nenhuma das demais categorias. Além dos restos de alimentos tanto de origem animal e vegetal, outros materiais podem estar misturados a estes, como areia, solo e outros finos. Para uma melhor caracterização desta fração dos resíduos são determinados outros parâmetros como teor de umidade, sólidos totais voláteis, pH, carbono orgânico total (LANGE et al, 2002). Além destes parâmetros alguns autores apresentam a composição química desta fração. Na revisão realizada por PINTO (2000), esta cita que a composição química da fração orgânica putrescível do resíduo sólido doméstico realizada por PERES et al (1990) na cidade de São Paulo, mostrou, em termos percentuais de sólidos totais, a presença de 32,9% de celulose, 12,5% de lignina, 9,61% de proteínas, 5,94% de lipídios e 5,1% de hemicelulose. Para BARLAZ et al. (1989), os resíduos sólidos municipais são constituídos, basicamente, por 40 a 50% de celulose, 10 a 15% de lignina, 12% hemicelulose e 4% proteínas.

Considerando a complexidade de se determinar todos os compostos orgânicos presentes nos resíduos, parâmetros como os sólidos totais voláteis (STV) e carbono orgânico total (COT) são usados para expressar o conteúdo de matéria orgânica presente no solo. O termo matéria orgânica é definido por Sparks (1996), como sendo restos animais e vegetais presentes no solo, podendo estar em diferentes graus de transformação, tendo somado também a massa microbiana. Desta forma, a matéria orgânica do solo é uma mistura complexa e que pode sofrer transformações dependendo do meio (condições físicas, químicas e microbiológicas). Além dos compostos orgânicos que normalmente se encontram nos ambientes naturais, pode ser adicionados a estes os compostos orgânicos antropogênicos, o que acontece no caso dos resíduos sólidos urbanos.

Para a determinação da matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos utilizam-se as mesmas metodologias utilizadas para determinação de matéria orgânica nos solos, como citadas por Conceição et al. (1999) que podem ser por via úmida, onde destacam-se Schollenberger (1927, 1945), Walkley & Black (1934), por cromatografia (Dean, 1974), gravimetria por incineração em mufla (BALL, 1964; BEM-DOR & BANINI, 1984; JACKSON, 1982), e termogravimetria (WENDLANT, 1986; BELTRAN et al. 1988), além do método de Young & Lindbeck (1964), que utiliza a oxidação da matéria orgânica por via seca. PEREIRA et al. (2008) para determinação sólidos totais voláteis (STV) e carbono orgânico total (COT) utilizaram como referência Nóbrega (1991), já no trabalho realizado por Pinheiro & Polz (2002) a fração de Carbono Orgânico foi determinada seguindo o método do Laboratório Nacional de Referência Vegetal, Análise de Corretivos, Fertilizantes e Inoculantes - Métodos Oficiais - LANARV – 1983 e para SV utilizaram as Normas do Instituto de Análises de Solos e Minerais - Florianópolis (SC) – 1977, chegando ao valor de matéria orgânica através da fórmula: COT x 1,8. Enquanto que Pessin et al. (2007) utilizaram o método descrito por Lange (2003) para analisar o teor de sólidos voláteis e Tedesco (1995) para determinar o teor de carbono orgânico.

Considerando a dificuldade de determinar o total de matéria orgânica, utilizam-se metodologias que definem o teor de carbono que é então convertido para matéria orgânica, empregando o fator de correção. Da mesma forma que para os métodos, diversos fatores de correção são propostos. Broadbent (1953) propõe um fator de



1,9 para solos de superfície e 2,5 para os subsolos. O fator proposto por Van Bemmelen é de 1,724 e era utilizado pressupondo-se que a matéria orgânica continha 58% de Carbono Orgânico (NELSON & SOMMERS, 1982).

Conforme Lange et al. (2002), no Brasil o fator mais utilizado é o de 1,8. Este fator pode ser determinado e corrigido para o resíduo gerado em cada região através de análises químicas periódicas do teor de carbono e pelo cálculo %COT dividido pelo %STV. Segundo o mesmo autor, o desenvolvimento de metodologias específicas para análise de resíduos sólidos urbanos é notória, sendo que a discrepância dos vários métodos, hoje utilizados por instituições de pesquisa e monitoramento ambiental é um obstáculo recorrente ao aperfeiçoamento desta área de estudo, cada vez mais importante e requisitada. O desenvolvimento de tais metodologias para análise específica de resíduos sólidos urbanos e a uniformização de tais métodos é um passo decisivo para a consolidação do desenvolvimento de tecnologias próprias para o descarte adequado e ambientalmente seguro dos mesmos.

A quantificação de matéria orgânica, presente na massa total de resíduos, mostra-se importante pelo fato de representar efetiva contribuição a definição do sistema a ser adotado bem como seu gerenciamento. Para os solos esse parâmetro tem importância pedológica no que diz respeito à fertilidade química desses ambientes, enquanto que em sedimentos é indicativa dos processos geoquímicos associados ao ambiente geológico considerado (CHESTER, 1990; HUTZINGER, 1980/1986 apud. DIAS & LIMA, 2004).

A análise físico-química da matéria orgânica é importante para estipular a taxa de degradação do resíduo, bem como o potencial de gerador de biogás. Segundo Russo e Vieira (2008), os resíduos urbanos biodegradáveis destinados ao aterro são suficientes para que este continue a ser considerado um bioreator que produz emissões líquidas (lixiviados) e gasosas (biogás) por um período de tempo variável, dependente da metodologia de operação e das condições intrínsecas do local.

O presente trabalho tem como objetivos:

- Apresentar e discutir os resultados obtidos referentes à fração orgânica putrescível, obtidos em séries históricas de caracterização de resíduos sólidos urbanos do município de Caxias do Sul.
- Caracterizar a fração orgânica em relação aos sólidos totais voláteis, carbono orgânico total e calcular o fator empírico utilizando os valores obtidos de STV e COT para diferentes amostras de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização física e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Caxias do Sul foi realizada no ano de 2008 nas quatro estações: – verão (Janeiro/Fevereiro), outono (Abril/ Maio), inverno (Setembro), primavera (Novembro). As amostras são oriundas das coletas seletiva e regular, em bairros que representam residências de classe A (alta), B (média), C (baixa) e contêineres instalados na área Central. Os bairros foram definidos com base em características sócio-econômicas.

Os resíduos amostrados foram coletados nos bairros definidos, por caminhão compactador na coleta regular e por caminhão baú na coleta seletiva.

Os resíduos foram inicialmente despejados em uma área junto ao aterro sanitário para a composição das amostras. As amostras foram retiradas de cinco pontos distintos do monte original e distribuídas em 4 montes menores. Para a coleta regular dois montes foram selecionados e descartados vis-a-vis, restando os dois de maior homogeneidade, posteriormente acondicionadas em 2 tambores de 200 L. O mesmo método foi utilizado para a coleta seletiva, porém compondo-se 4 amostras em tambores de 200 L, totalizando uma amostra de 800 L, devido a heterogeneidade volumétrica dos resíduos recicláveis. Obtidas as amostras, os resíduos foram segregados e pesados conforme suas características físicas determinando-se a composição gravimétrica. Os dados das caracterizações dos resíduos sólidos de Caxias do Sul realizados nos anos de 2002 e 2003 foram obtidos do trabalho publicado por Schneider et al. (2004).

A fração orgânica putrescível foi caracterizada em relação ao teor de sólidos totais voláteis (STV), teor de umidade (método gravimétrico) e carbono orgânico total (método de Walkey-Black). Para os ensaios laboratoriais deste trabalho, utilizou-se o método Walkley-Black modificado que é apresentado no Manual de Métodos e Análises de Solos (EMBRAPA, 1997).



RESULTADOS

A Universidade de Caxias do Sul através do Instituto de Saneamento Ambiental, realiza caracterizações dos Resíduos Sólidos Urbanos no município desde 1991, porém para este trabalho optou-se por utilizar dados posteriores ao ano de 2002. Na Figura 1 é apresentada a evolução dos percentuais da fração orgânica putrescível presentes na massa de resíduos destinados a coleta regular do município de Caxias do Sul, nos anos de 2002, 2003 e 2008.

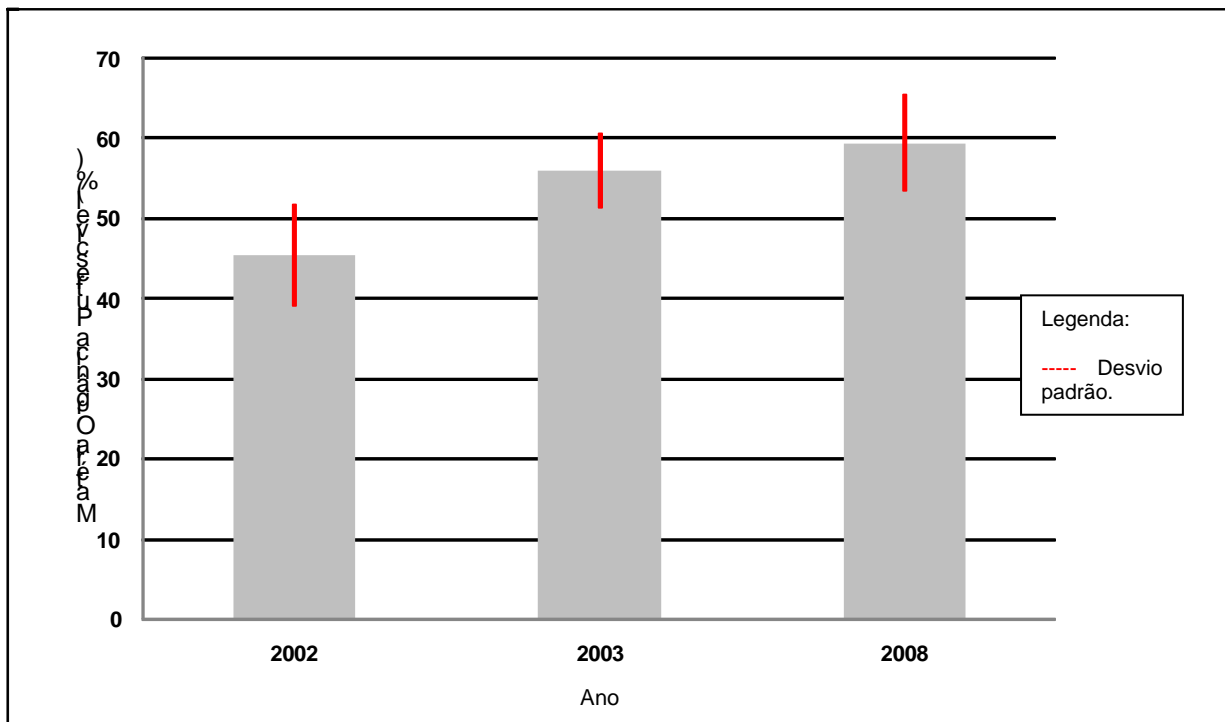


Figura 1: Evolução do percentual da fração orgânica putrescível destinada à coleta regular em Caxias do Sul.
Fonte: Dados de 2002/2003 - Schneider et al. (2004).

O conhecimento da composição da massa de resíduos encaminhada ao aterro sanitário agregado a informações obtidas pelas análises físico-químicas são importantes para definir a forma de gerenciamento, taxa de decomposição dos resíduos, geração de biogás, entre outras.

Analisando-se a Figura 1, onde apresenta-se a evolução percentual da fração de matéria orgânica putrescível destinada a coleta regular de Caxias do Sul, nos anos de 2002, 2003 e 2008. Consta-se que no ano de 2002, o percentual de matéria orgânica era de aproximadamente 45% e que nos anos de 2003 e 2008 esse percentual permaneceu em torno de 60%, demonstrando uma tendência a estabilização deste valor. Atualmente os hábitos alimentares são voltados ao consumo de alimentos industrializados, reduzindo o tempo de preparo e aumentando o tempo de validade, gerando assim, mais resíduos do tipo reciclável e se segregado corretamente serão destinados a coleta seletiva. Desta forma, a diminuição da quantidade de resíduos recicláveis destinados a coleta regular, faz com que em termos percentuais a quantidade matéria orgânica putrescível aumente.

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas das amostras obtidas nas estações primavera, outono e inverno de 2008. A Tabela 2 foi composta com base em resultados obtidos por outros autores. Alguns autores apresentaram nos artigos revisados o Fator de correlação STV/COT que utilizaram, para os demais que não apresentaram, este foi calculado.



Tabela 1: Síntese dos resultados obtidos, relativos a umidade, COT¹, STV² e fator de correlação entre SV/COT, para os Resíduos Sólidos Urbanos de Caxias do Sul, em três estações do ano de 2008.

| | Primavera | Outono | Inverno | Média |
|---|-----------|--------|---------|-------|
| Umidade (%) | 77,76 | 73,26 | 76,84 | 75,95 |
| Nitrogênio (%) | 1,80 | 1,41 | 1,49 | 1,57 |
| Sólidos Voláteis (%) - STV | 69,05 | 68,02 | 71,31 | 69,46 |
| Carbono Orgânico Total (%) - COT | 40,38 | 37,79 | 42,54 | 40,24 |
| Fator de correlação | 1,72 | 1,83 | 1,69 | 1,75 |
| - Desvio-padrão do fator | 0,19 | 0,21 | 0,15 | 0,18 |
| - Variância do fator | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| - Coeficiente de variação (%) do fator | 10,79 | 11,41 | 9,16 | 10,46 |

1 = Carbono Orgânico Total

2 = Sólidos Totais Voláteis

Em relação aos dados de sólidos voláteis estes apresentaram o menor percentual na estação outono e a maior na estação de inverno. O mesmo comportamento foi observado com os resultados de carbono orgânico. Com a temperatura mais baixa e o aumento da disponibilidade de água no inverno, o percentual de carbono tende a aumentar. Essa tendência fica clara com a análise dos dados obtidos em laboratório. A relação C:N para os resíduos analisados ficou em 26:1, indicando um material com potencial de decomposição rápida, estando bioestabilizado ao atingir uma relação C:N em torno de 18:1.

Na Tabela 2 é apresentada uma síntese da razão entre STV/COT observada em diferentes publicações, sendo que algumas foram verificadas pelos próprios autores e as demais foram calculadas com base nos valores de COT(%) e STV(%).

Tabela 2: Síntese dos trabalhos revisados para o resultado do Fator de correlação STV/COT.

| Autores | COT (%) | STV (%) | Fator de correlação STV/COT | M.O. ¹ | M.O. ² |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Dados Tabela 1 | 40,2 | 69,5 | 1,75 | 70,4 | 72,4 |
| Muniz & Leite (2000) | 42,7 | 76,9 | 1,80 | 76,9 | 76,9 |
| Mesquita et al. (2000) | 41,3 | 77,5 | 1,88 | 77,6 | 74,3 |
| Leite et al. (2001) | 47,2 | 85,0 | 1,80 | 85,0 | 85,0 |
| Pinheiro & Polz (2002)* | 32,8 | 66,8 | 2,04 | 66,9 | 59,0 |
| Pessin et al. (2007) | 35,0 (média dos dados) | 69,25 (média dos dados) | 1,98 | 69,3 | 63,0 |
| Pereira et al. (2008) | Chuvoso = 30,77 | Chuvoso = 55,39 | Chuvoso = 1,80 | 55,4 | 55,4 |
| | Estiagem = 35,38 | Estiagem = 63,68 | Estiagem = 1,80 | 63,7 | 63,7 |

M.O. ¹: Calculada com o fator de correlação STV/COT.

M.O. ²: Calculada com base no fator 1,8.

A razão STV/COT obtida nos cálculos feitos com os dados coletados no ano de 2008 variou de 1,69 (inverno) a 1,83 (verão), sendo a média destes igual a 1,75. Este valor é próximo ao sugerido por Van Bemmelen (Nelson & sommers, 1982) que é de 1,724 e inferior ao proposto por Jiménez & Garcia (1992), 1,80. O valor de 1,80 é comumente utilizado para a obtenção do valor empírico de matéria orgânica a partir dos dados de carbono orgânico.

As razões STV/COT obtidas pelos autores apresentadas na Tabela 2 (1,80; 1,88; 2,04; 1,98), são maiores que a obtida neste trabalho (1,75). Estabelecer um fator resultante para a matéria orgânica de resíduos sólidos urbanos apresenta algumas dificuldades, já que esta massa é sólida e a composição é bastante heterogênea. Para se chegar a uma conclusão em relação a este fator para a matéria orgânica gerada em Caxias do Sul, mais



caracterizações devem ser realizadas e periodicamente revisadas, para que seja comprovada a permanência ou alteração do fator.

CONCLUSÕES

A fração orgânica putrescível obtida pelas caracterizações de Resíduos Sólidos Urbanos de Caxias do Sul, demonstraram nos últimos anos que existe uma tendência à estabilização do percentual gerado em torno de 60%.

A razão STV/COT encontrada no presente trabalho variou entre os períodos avaliados (estações: primavera, outono e inverno de 2008), sendo que a razão média foi de 1,75. No período do outono foi verificada a menor percentagem de COT. Recomenda-se que novas caracterizações, sejam feitas afim de verificar se as diferenças são tendências ou se outras variáveis possam ter influenciado neste resultado.

A padronização dos métodos de determinação de matéria orgânica facilitaria a determinação do coeficiente entre STV/COT. Além desta questão precisa-se criar métodos para limitar as variações de resultados em decorrência de se estar trabalhando com amostras sólidas, as quais nem sempre apresentam homogeneidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARLAZ, M. A.; SCHAEFER, D. M. & HAM R. K. Bacterial Population Development and Chemical Characteristics of Refuse Decomposition in a Simulated Sanitary Landfill. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.55, p. 55-65, 1989.
2. BROADBENT, F.E. The soil organic fraction. **Advances in Agronomy**, New York, v.5, p.153-183, 1953.
3. CONCEIÇÃO, M. da et al. **Estudo comparativo de métodos de determinação do teor de matéria orgânica em solos orgânicos do Estado do Rio de Janeiro**. Pesquisa em andamento. EMBRAPA Solos, n.3, 1999.
4. CRUZ, M.L.F.R. **A Caracterização dos Resíduos Sólidos no Âmbito da Sua Gestão Integrada. Tese de mestrado em Ciências do Ambiente, ramo de Qualidade Ambiental**. Universidade do Minho. Portugal. 2005. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4882>> Acesso em: 20 abr. 2009.
5. DIAS, J. C.; LIMA, W. N. de. Comparação de Métodos para determinação de Matéria Orgânica em amostras ambientais. **Revista Científica da UFPA**, Belém, v. 4, 2004.
6. JIMÉNEZ, E. I.; GARCÍA, V. P. Relationships between Organic Carbon and Total Organic Matter in Municipal Solid Waste and City Refuse Composts. **Bioresource Technology**, England, v. 41, p. 265-272, 1992.
7. LANGE, L. C. et al. Estudo comparativo de metodologias empregadas para a análise de Resíduos Sólidos Urbanos. In: **XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Cancún, 2002.
8. LEITE, V. D.; SOUSA, J. T. de; LOPES, W. S. Processo de tratamento anaeróbio de resíduos sólidos urbanos e rurais. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001.
9. MANDELLI, S. M. De C. **Variáveis que interferem no comportamento da população urbana no manejo de resíduos sólidos domésticos no âmbito das residências**. 267 f. Tese (Doutorado) – Doutor em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1997.
10. MESQUITA, E. M. N. de; LEITE V. D.; SOUSA, M. de F. N. Caracterização física e físico-química dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande – PB. In: **IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Seguro, 2000.
11. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa de modernização do Setor Saneamento Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos** – 2006. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2008.
12. MUNIZ, A. C. S.; LEITE, V. D. Compostagem da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos inoculada com o lodo de indústria de curtume. In: **IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Seguro, 2000.
13. NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. 539-579. In: A. L. Page et al. (ed.) **Methods of soil analysis**. Part. 2. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.



14. PEREIRA, S. L. de M.; NÓBREGA, C. C.; NETO, J. F. de A.; FIGUEIREDO, M. M. C.; LIMA, M. de N. M. Análise das características física e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares /comerciais e do composto orgânico do município de Pedras de Fogo / PB. In: **XIII Simpósio Luso – Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Belém – Pará. 2008.
15. PESSIN, N.; DE CONTO, S. M.; SCHNEIDER, V. E.; CADORE, J.; ROVATTI, D. Desenvolvimento de composteiras para fração orgânica dos resíduos gerados em município com missão turística. In: **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Belo Horizonte – MG. 2007.
16. PINHEIRO, A.; POLZ, J.A. Considerações sobre os resíduos sólidos do município de Blumenau (SC). In: **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vitória – ES. 2002.
17. PINTO, D. M. C. L. **Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado**. 175 f. Tese (Doutorado) – Doutor em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
18. RUSSO, M. A. T.; VIEIRA, J. M. P. Previsão da estabilidade de aterros de resíduos sólidos em função da degradação da sua fração orgânica. In: **XIII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Belém, 2008.
19. SPARKS, D. L. et al. **Methods of Soil Analysis – Part 3 Chemical Methods**. Madison: Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, 1996.
20. SCHNEIDER, V. E.; PANAROTTO, C. T.; PERESIN, D. Considerações sobre a geração de resíduos em dois municípios do Rio Grande do Sul/Brasil - representatividade das coletas seletiva e regular. In: **XXIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Puerto Rico, 2004.
21. TCHOBANOGLOUS, G.;THEISEN, H.; *et al.* **Integrated Solid Waste Management – Engineering Principles and Management Issues**. United States of America: McGraw-Hill. 1993. 978 p. (Water Resources and Environmental Engineering).
22. TEDESCO, M. J. et al.. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995, 188 p. (Boletim Técnico, 5).