

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: O MÉTODO DE QUARTEAMENTO NA DEFINIÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA EM COCAL DO SUL-SC.

Gláucia Cardoso de Souza

Engenheira Ambiental pela UNESC.

Aluna Especial pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC.

Telefone: (48) 9907.4096

e-mail: gaudesouza@yahoo.com.br; glaudsouza@gmail.com

Mário Ricardo Guadagnin

Engenheiro Agrônomo pela UFRGS. Especialista em Gestão Ambiental pela UNESC.

Mestre em Geografia com ênfase em Desenvolvimento Urbano e Regional pela UFSC.

Professor do Curso de Engenharia Ambiental da UNESC.

Telefone: (48) 3431.2668

e-mail: mrg@unesc.net; mrquadagnin@gmail.com

RESUMO

Os problemas relacionados com o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos têm como ponto de partida para a busca de soluções o reconhecimento dos componentes presentes no "lixo urbano" mediante caracterização de sua composição gravimétrica para identificar possíveis categorias de segregação na fonte geradora quando da implantação de programas de coleta seletiva. Este trabalho tem como objetivo levantar dados referentes a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da área urbana e rural do município de Cocal do Sul – SC dispostos no aterro sanitário do CIRSURES e fornecer subsídios para elaboração de plano integrado de gestão. Para atingir os objetivos foi feita avaliação do sistema de coleta e do atual depósito de resíduos urbanos, levantamento da geração *per capita* de lixo, e caracterização do mesmo. Os resultados mostraram que em Cocal do Sul – SC quase que a totalidade (98%) dos domicílios da área urbana são atendidos pela coleta de lixo, que é realizada no período diurno. O método de coleta é direto com regularidade mantida dentro do planejamento. A geração *per capita* de lixo domiciliar é de 0,44 kg/hab./dia. A composição gravimétrica apresenta 37,41% de matéria orgânica, 43,52% material potencialmente reciclável, 19,08% de rejeitos e outros materiais.

ABSTRACT

The problems related to the integrated management of municipal solid waste have as a starting point for finding solutions to the recognition of components in the "urban waste" by gravimetric characterization of its composition to identify categories of segregation at source when generating the deployment of programs of selective collection. This work

aims to raise gravimetric data on composition of municipal solid waste in urban and rural municipality of Cocal do Sul - SC disposed of in landfill CIRSURES and provide subsidies for development of integrated management plan. To achieve the objectives of the evaluation was made of the current collection and deposit of waste, removal of the per capita generation of waste, and characterization of it. The results showed that in Cocal do Sul - SC almost all (98%) of households in urban areas are served by the garbage collection, which is held during the day. The direct method of collection is regularly maintained in the planning. The per capita generation of garbage is 0.44 kg / inhabitants / day. The composition shows gravimetric organic matter 37.41%, 43.52% potentially recyclable material, 19.08% of tailings and other materials.

1 INTRODUÇÃO

A caracterização dos resíduos sólidos domiciliares, através da determinação da composição gravimétrica, permite identificar a quantidade e principalmente a qualidade do resíduo gerado pelas residências, sendo a etapa inicial de qualquer definição posterior de gerenciamento.

GRIPPI (2001) comenta que o número de pessoas e administrações municipais que se esforçam para encontrar melhores soluções para as questões do lixo urbano está crescendo. Esses problemas são realmente novos se comparados com quatro décadas atrás e, infelizmente, não se resolvem sozinhos. As situações são bem diferentes de municípios para municípios, porém pode-se garantir que, diante dos recursos humanos e materiais existentes em cada administração pública, as dificuldades são sempre grandes.

No Brasil, alguns trabalhos de determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares são continuamente realizados, todavia, até o presente momento, tem-se considerado as categorias de matéria orgânica putrescível, papel/papelão, plástico, vidro e metais em geral, como as mais relevantes para esta determinação que em programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos de origem domiciliar no espaço urbano podem ser categorizadas como: Potencialmente recicláveis; Rejeitos e Compostáveis.

2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Na opinião de Consoni *et al* (2000), o gerenciamento integrado deve começar pelo conhecimento dos resíduos gerados pelo município, uma vez que, vários fatores influenciam na sua composição: sazonalidade, aspectos climáticos, regionais, temporais e possíveis flutuações na economia. Portanto, as amostragens devem ser realizadas sistematicamente.

Caracterizar os diversos componentes dos resíduos sólidos subsidia a elaboração de planos de gestão que abrangem a expansão dos serviços de coleta regular, a viabilidade de implantação de coleta seletiva e compostagem, além da especificação de equipamentos e definição de sistemas de eliminação. (COMCAP, 2002, p. 31).

Segundo Guadagnin *et al* (2001), a identificação e caracterização dos constituintes de cada localidade são fundamentais na determinação da alternativa tecnológica mais adequada, desde a etapa de coleta, transporte, reaproveitamento, reciclagem até a destinação final dos rejeitos em aterros sanitários ou controlados.

O Quadro 1 identifica algumas das informações necessárias ao planejamento do gerenciamento do lixo municipal, obtidas por meio da caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos.

Quadro 1 - Informações pertinentes ao planejamento do gerenciamento do lixo municipal.

Parâmetro	Descrição	Importância
Taxa de geração por habitante (kg/habitante.dia)	Quantidade de lixo gerada por habitante num período de tempo especificado. Refere-se aos volumes efetivamente coletados e à população atendida.	Fundamental para o planejamento de todo o sistema de gerenciamento do lixo, sobretudo, no dimensionamento de instalações e equipamentos. Muitos técnicos consideram a faixa de variação média para o Brasil entre 0,5 a 0,8 kg/hab./dia.
Composição física	Refere-se às porcentagens das várias frações do lixo, tais como papel, plástico, madeira, trapo, metal, vidro, etc.	Ponto de partida para estudos de aproveitamento das diversas frações e para a compostagem.
Teor de matéria orgânica	Quantidade de matéria orgânica contida no lixo. Inclui matéria orgânica não-putrescível e putrescível.	Avaliação do processo de compostagem. Avaliação do estágio de estabilização do lixo aterrado.

Fonte: Adaptado de Consoni *et al* (2001, p. 31) e Monteiro *et al* (2001).

A Tabela 1 identifica as faixas mais utilizadas de geração *per capita* conforme o tamanho da cidade e o número de habitantes.

Tabela 1 – Faixa de geração *per capita* conforme o tamanho da cidade e a população urbana

Tamanho da cidade	População urbana (habitantes)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab./dia)
Peque	Até 30 mil	0,50
Média	Entre 30 mil e 500 mil	Entre 0,50 e 0,80
Grande	Entre 500 mil e 5 milhões	De 0,80 e 1,00
Megalópole	Acima de 5 milhões	Acima de 1,00

Fonte: Monteiro *et al* (2001).

A composição gravimétrica identifica o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada. Os componentes mais comuns são: matéria orgânica, metal ferroso, borracha, papel, metal não-ferroso, couro, papelão, alumínio, pano/trapo, plástico rígido, vidro, madeira, ossos, plástico mole, cerâmica e agregados finos. Portanto, é possível identificar o aproveitamento tanto das frações recicláveis para comercialização quanto da matéria orgânica para a produção de composto orgânico. (MONTEIRO *et al*, 2001).

A Tabela 2 identifica a composição média do lixo domiciliar brasileiro, segundo Pereira Neto (1991 *apud* GUADAGNIN *et al*, 2001).

Tabela 2 – Composição média do lixo domiciliar brasileiro

Composição	Percentual em peso (%)
Papel e papelão	24,5
Plástico	2,9
Vidro	1,6
Metal ferroso	1,4
Metal não-ferroso	0,9
Matéria orgânica	52,5
Outros	16,2
Total	100

Fonte: Pereira Neto (1991 *apud* GUADAGNIN *et al*, 2001, p. 5).

2.1 Metodologia da Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Resíduos Sólidos Domiciliares de Cocal do Sul

2.1.1 Caracterização quantitativa

O cálculo da geração *per capita* de resíduos requer informações básicas como a quantidade de resíduos produzidos na unidade de estudo e o número de pessoas que a habitam. A produção *per capita* é obtida a partir da razão entre a quantidade de resíduos e a população. Por meio de solicitação das pesagens ao Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos (CIRSURES), aterro sanitário onde os resíduos sólidos de Cocal do Sul são depositados, foi possível calcular a geração média mensal de resíduos no município. Quanto ao número de habitantes, utilizou-se o dado da última contagem populacional realizada pelo IBGE.

2.1.2 Caracterização qualitativa

No que se refere à caracterização qualitativa, esta foi obtida através de amostragens representativas baseadas em procedimentos adaptados, propostos pela Companhia de Saneamento Ambiental (CETESB).

2.1.2.1 Componentes analisados

Os componentes analisados foram os seguintes:

- Embalagens multicamada;
- Plástico duro e isopor;
- Metal (ferrosos e não-ferrosos);
- Matéria orgânica
- Papel e papelão;
- Plástico mole;
- Vidro;
- Pano/trapo/têxteis.
- Outros

A categoria outros se refere à presença de borrachas, pedras, terras, ossos, resíduos perigosos e de serviço de saúde, que devido a pouca representatividade



individual foram agrupados em uma categoria somente.

2.1.2.2 Infra-estrutura

Todo o processo de amostragem, desde a descarga dos resíduos até a segregação dos componentes, foi realizado no CIRSURES em parceria com a Associação dos Catadores do Rio América (ACRA), a qual disponibilizou três catadores para a realização das amostragens. Diante da condição estabelecida de não prejudicar as atividades da associação no galpão de triagem, os materiais necessários foram transportados até a frente do aterro, onde a técnica do quarteamento foi aplicada.

Quanto aos materiais, foram utilizados: luvas; balança com capacidade de 200 kg; sacos plásticos com capacidade de 30l, 50l e 100l; bombonas plásticas com capacidade de 200l e lona preta de 24m².

2.1.2.3 Técnica do quarteamento

A seguir são descritos detalhadamente os passos da técnica do quarteamento, ilustrados pelas Figuras 1, 2 e 3.

- O processo inicia a partir da descarga dos resíduos;
- Faz-se o revolvimento da pilha e abertura das sacolas para sua máxima homogeneização;
- Inicia-se o primeiro quarteamento, ou seja, divide-se o montante em quatro partes aparentemente iguais e tomam-se duas partes opostas em diagonal, descartando as duas restantes;



Figura 1 - Método de quarteamento. A: Descarga dos resíduos pelo veículo coletor no local determinado para realização da amostragem; B: Revolvimento da pilha para homogeneização dos resíduos; C: Primeiro quarteamento da



pilha; D: Segundo quarteamento. Aterro Sanitário, CIRSURES, Rio América, Urussanga, SC. Fonte: (SOUZA, G. C. de, 2008).

- d) Na amostra resultante, repete-se a técnica do quarteamento, coletando novamente duas partes opostas em diagonal e descartando as demais;
- e) Na pilha que restou após realização dos dois quarteamentos, coleta-se os resíduos em quatro pontos diferentes, preferencialmente no topo e na base da pilha;
- f) A etapa seguinte consiste no preenchimento dos recipientes plásticos com capacidade de 200l, os quais são individualmente pesados, vazios e preenchidos;



Figura 2 - Método de quarteamento. A: Recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos depois do quarteamento; B: Colocação dos resíduos nos recipientes; C: Recipiente cheio de resíduos dos mais variados tipos; D: Pesagem do recipiente cheio. Aterro Sanitário, CIRSURES, Rio América, Urussanga, SC. Fonte: (SOUZA, G. C. de, 2008).

- g) Os resíduos de cada recipiente são despejados sobre uma lona preta, de modo a proceder à segregação de seus componentes;
- h) De acordo com a definição dos componentes – embalagem multicamada; papel/papelão; plástico duro e isopor; plástico mole; metal (ferrosos e não-ferrosos); latas de alumínio; vidro; matéria orgânica; rejeito; pano/trapo/têxteis e outros – os resíduos são separados e acondicionados em sacos plásticos de diferentes capacidades;
- i) Depois de realizada a separação dos componentes de cada recipiente e o acondicionamento em sacos plásticos, estes são pesados e os valores registrados;
- j) Após a realização de todo o processo de segregação para cada recipiente – descarga sobre a lona preta, separação e pesagem de cada componente – partiu-se para a tabulação dos dados.



Figura 3 - Método de quarteamento. A: Separação dos resíduos conforme as categorias; B: Acondicionamento do componente vidro; C: Triagem dos resíduos; D: Etapa de pesagem. Aterro Sanitário, CIRSURES, Rio América, Urussanga, SC.

Fonte: (SOUZA, G. C. de, 2008).

2.2 Análise e Discussão dos Resultados

2.2.1 Caracterização quantitativa

Segundo dados do CIRSURES (2008), o município de Cocal do Sul deposita no aterro sanitário, em média, 193,4 toneladas por mês. A partir desse dado, estima-se a carga média diária em 6,45 toneladas.

No que concerne à geração *per capita* de resíduos pelos habitantes da unidade de estudo, fez-se o cálculo com a população estimada na última contagem populacional registrada pelo IBGE (2007), cujo valor é de 14.563 habitantes. Ao passo que a média mensal de resíduos depositado no CIRSURES é de 193,4 toneladas, estima-se que a produção *per capita* seja, portanto, de 0,44 kg/hab./dia. Valor esse, aproximado ao descrito por Monteiro *et al* (2001), no qual a geração *per capita* é de 0,50 kg/hab./dia, característica de municípios de pequeno porte com até 30 mil habitantes, como é o caso de Cocal do Sul.



A Figura 4 ilustra um comparativo mensal entre as cargas depositadas de maio a dezembro de 2006, todo o ano de 2007 e de janeiro a setembro de 2008, em toneladas.

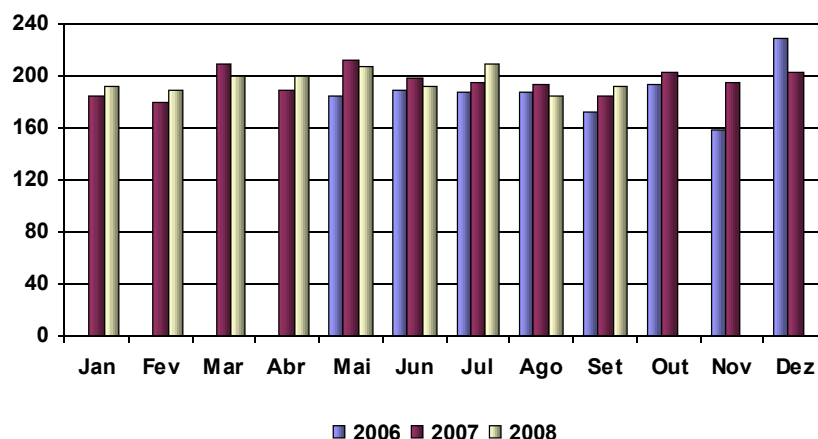


Figura 4 - Comparativo entre as quantidades de resíduos depositados em toneladas, no aterro sanitário, CIRSURES, mensalmente. Fonte: (CIRSURES, 2008).

Percebe-se inicialmente, a influência do fator sazonalidade. Verifica-se a tendência decrescente nos meses de veraneio, nos quais parte da população certamente se desloca para o litoral e a geração de resíduos conseqüentemente diminui. Embora na estação de temperaturas mais elevadas o consumo seja maior, sobretudo, de embalagens plásticas e de metal, o município tem uma redução na quantidade de resíduos pela migração da população, a qual retorna após o término da temporada de verão. A Figura 5 ilustra a média mensal dos resíduos sólidos domiciliares depositados no aterro sanitário, em toneladas, nos meses mensurados de 2006, 2007 e 2008.

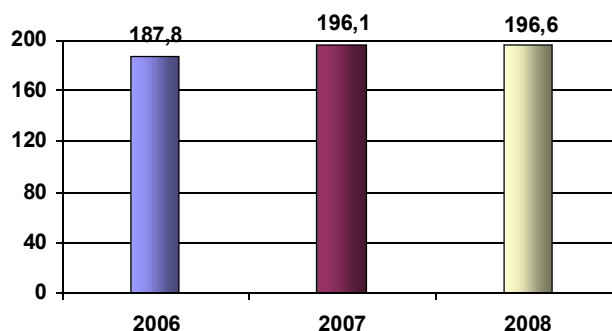


Figura 5 - Média anual dos resíduos sólidos domiciliares depositados no CIRSURES, nos anos de 2006, 2007 e 2008. Fonte: (CIRSURES, 2008).



A quantidade depositada no aterro sanitário tem se elevado anualmente, fato que reflete possivelmente o maior incremento nos hábitos de consumo da população, o aumento da renda *per capita*, estabilidade econômica, ou ainda, uma redução na queima dos resíduos recolhidos pela coleta convencional e o aumento da população.

2.1.2 Caracterização qualitativa

Os itens a seguir descrevem os resultados obtidos a partir da realização da caracterização qualitativa dos resíduos sólidos de origem doméstica provenientes da área central do município e predominantemente da área rural. Foram realizadas, portanto, duas amostragens e no presente artigo, apresenta-se a síntese dos resultados. Ressalta-se ainda, que a caracterização qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares do município em estudo não resulta em dados estatísticos. Para tanto, seria necessário um número maior de amostragens realizadas sistematicamente em diferentes períodos do ano, as quais contemplassem as dimensões do serviço de coleta do município e assegurassem que a composição física dos resíduos não fosse influenciada pelos diversos fatores.

2.1.2.1 Síntese dos resultados

A Figura 6 ilustra a composição média dos resíduos amostrados na unidade de estudo, provenientes da área central, bem como, da zona rural do município de Cocal do Sul.

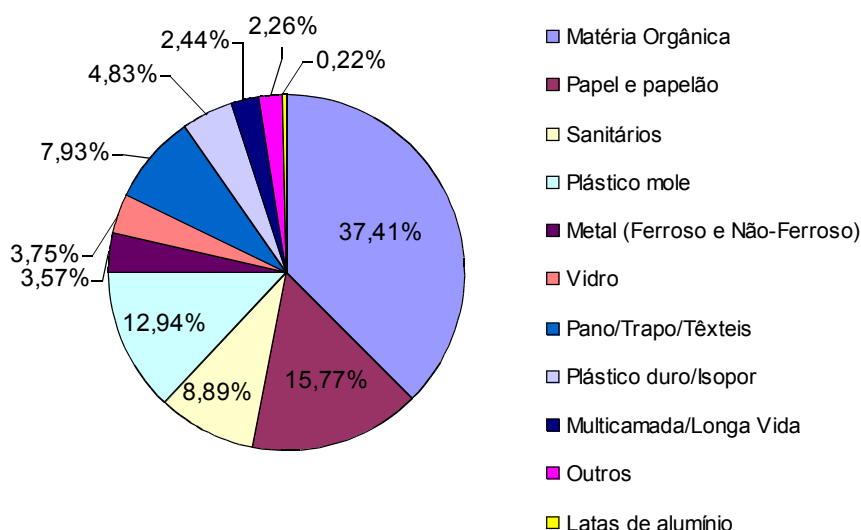


Figura 6 - Composição gravimétrica média da caracterização dos resíduos sólidos de origem doméstica, provenientes da área central e, sobretudo, da zona rural do município de Cocal do Sul, SC.

A fração orgânica representa pouco mais 37% da totalidade amostrada, passível de tratamento pelo processo de compostagem, percentual inferior à média nacional, na qual a matéria orgânica equivale a 52% da composição total dos resíduos de origem

doméstica. A fração orgânica não é encaminhada a coleta pelos hábitos de consumo da população com predominância de descendentes de colonização italiana que utilizam as sobras orgânicas para alimentação de animais ou para deposição em compostagem rudimentar em hortas domiciliares nas suas residências.

Logo, as vantagens decorrentes do incentivo ao processo de compostagem se refletem em ganhos econômicos, já que o poder público municipal paga pela coleta, transporte e disposição final. Além disso, repercute em ganhos socioeconômicos pela geração de emprego e renda e não menos importante, em ganhos ambientais pela minimização de impactos e otimização da vida útil dos aterros.

Em relação aos componentes inorgânicos de maior valor comercial e potencial para a reciclagem – papel, papelão, plástico, vidro e metal – esses constituem aproximados 44% do total de resíduos gerados, os quais são recolhidos pela coleta regular e encaminhados ao aterro sanitário. A destinação desses materiais aos locais de disposição final implica em desperdício de matéria-prima e energia, e ainda, na impossibilidade da geração de emprego e renda com a comercialização dos recicláveis.

A categoria do plástico apresenta a segunda parcela mais significativa na amostragem, a qual foi subdividida em: plástico duro, representado por embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, higiene, garrafas de refrigerante e; plástico mole, constituído por sacolas e embalagens de maior maleabilidade.

No que se refere à categoria de papel/papelão, verificou-se 15,77%, enquanto a média nacional de tal componente representa 24,5% do resíduo sólido domiciliar. Os demais grupos, vidro e metal, apresentaram valores médios aproximados e quanto às latas de alumínio, equivalem à somente 0,22% da composição média dos resíduos gerados pela unidade de estudo.

O item sanitários compõe-se por fraldas descartáveis, papel higiênico, papel toalha e absorventes. Há ainda o item outros, cujos componentes não se enquadram nos demais grupos e a categoria constituída pelos panos/trapos e têxteis. Ressalta-se que alguns dos resíduos incluídos na categoria outros, são classificados como resíduos perigosos (pilhas, baterias e lâmpadas) e provenientes de estabelecimentos de saúde (embalagens de soro), os quais não foram destinados corretamente.

3 CONCLUSÃO

A partir da realização da caracterização quantitativa e qualitativa constatou-se o alto potencial de aproveitamento dos resíduos sólidos gerados pela unidade de estudo, uma vez que 80% dos resíduos sólidos recolhidos em Cocal do Sul e encaminhados ao CIRSURES apresentam potencial de reciclagem. Por conseguinte, somente 20% das 6,45 toneladas recolhidas diariamente no município necessitam, de fato, ser aterradas.

Portanto, a inexistência de qualquer segregação na fonte geradora e o recolhimento de grandes quantidades de resíduos orgânicos pela coleta convencional contribui para a incidência de impactos de alta significância nos locais de disposição final, uma vez que ocorre a geração de gases e líquidos potencialmente tóxicos, além da proliferação de vetores e a geração de odores.

PEREIRA NETO e LELIS (1999) direcionam as ações de caracterização gravimétrica como um ferramenta para que pequenos municípios possam obter um maior potencial de

reintegração, onde sejam considerados os materiais potencialmente recicláveis, descontando-se possíveis rejeitos (ou material de baixa qualidade) que não são absorvidos pela indústria e os materiais potencialmente compostáveis, dos quais são descontados as perdas ocorridas durante o processo de compostagem (vapor d'água, volatilização de gases) e os rejeitos do peneiramento do composto, tratando-se, em sua maioria, de fragmentos de materiais inertes que se encontravam misturados à matéria orgânica.

As análises apontam para a modificação do sistema atual a partir da determinação de objetivos mais adaptados à realidade local e às possibilidades de implementação de um programa de gerenciamento integrado de resíduos sólidos adotando a segregação na fonte geradora em três categorias: recicláveis, compostáveis e rejeitos.

4 REFERÊNCIAS

CIRSURES – CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO SUL. **Histórico ou Tipo de informação coletada**. Urussanga – SC. Disponível em <<http://www.samaeuru.sc.gov.br/cirsures.htm>>. Acesso em set. 2008.

_____. **Dados sobre volume de resíduos de Cocal do Sul depositados no aterro sanitário do CIRSURES** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <gaudesouza@yahoo.com.br> em set. 2008.

COMCAP – COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos de Florianópolis**. Florianópolis, 2002. 119 p.

CONSONI, A. J; PERES, C. S; CASTRO, A. P. de. Origem e Composição do Lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O; VILHENA, A. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. p. 29-40.

GRIPPI, Sidney. **Lixo: reciclagem e sua história**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 134 p.

GUADAGNIN, M. R. et al. Classificação, determinação e análise da composição gravimétrica dos resíduos urbanos dos municípios de Criciúma, Içara e Nova Veneza, do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Rev. Tecnologia e Ambiente**, Universidade do Extremo Sul Catarinense, v. 7, n. 2, 2001.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**, Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204 p.

MONTEIRO, T. C. N. (Coord.). **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Municipais e Impacto Ambiental**: Guia para Preparação, Avaliação e Gestão de Projetos de Resíduos Sólidos Residenciais. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2001. 417 p.

PEREIRA NETO, J.T., LELIS, M.P.N. Variação da Composição Gravimétrica e Potencial



26 a 28 de agosto de 2009
UCS • Caxias do Sul • RS

de Reintegração Ambiental dos Resíduos Sólidos Urbanos por Região Fisiográfica do Estado de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. Tema 3, p.1709-1716.

PEREIRA NETO, T. J. Um sistema de Reciclagem e Compostagem, de baixo custo, de lixo urbano para países em desenvolvimento. **Informe Técnico**, Conselho de Extensão da Universidade Federal de Viçosa: Minas Gerais, ano 16, n. 74. p. 1 – 17. 1995.