



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE SETE LAGOAS - MG

**Fernando Augusto Moreira (1); Gabriela Rodrigues Loura(2); Isadora Ferreira dos Santos(3);
Matheus Miranda da Silva(4); Max Paulo Rocha Pereira(5)**

(1) Químico, Doutorando em Ciência e Tecnologia dos Materiais pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Professor Titular do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), Sete Lagoas, Minas Gerais; fernando.moreira@unifemm.edu.br.; (2) Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, Minas Gerais, gabrielarodriguesloura@gmail.com;
(3) Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, Minas Gerais, isadora.3110@hotmail.com; (4) Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, Minas Gerais, matheus.silva@alunos.unifemm.edu.br (5) Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, Minas Gerais, mqualidadeambiental@gmail.com.

Eixo temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO - A caracterização de resíduos sólidos é de grande importância para a gestão dos mesmos, pois é norteadora para importantes tomadas de decisão. Uma Instituição de Ensino Superior (IES) deve oferecer infraestrutura tal que possibilite o indivíduo que a frequenta realizar suas atividades rotineiras, assim como em um aglomerado urbano. Tal cenário possibilita a geração de resíduos sólidos, efluentes e consumo de recursos naturais. O Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM possui um fluxo diário de 4.989 pessoas, que geram cerca de 216 kg de resíduos sólidos diariamente. A instituição não possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), o que justifica estudos para melhor conhecer as características dos resíduos ali gerados e propor a destinação ou tratamento adequado a estes. Assim, foram realizadas análises de composição gravimétrica, geração per capita, densidade aparente, teor de umidade e pH. Através do estudo, verificou-se que 39% de todo o resíduo gerado é orgânico e que 54% são materiais secos passíveis de reciclagem. Os valores de geração per capita, pH e teor de umidade foram respectivamente 0,258kg/pessoa.dia, 7,2 e 60,45%. Além de subsidiar importantes tomadas de decisão quanto ao seu gerenciamento os dados obtidos permitem realizar uma comparação com as características dos resíduos sólidos gerados no município.

Palavras-chave: Geração *per capita*. Teor de Umidade. Resíduos Orgânicos. Gestão de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT - The characterization of solid waste has great importance for their management, as it is important for guiding decision-making. A Higher Education Institution should provide the infrastructure necessary to enable its attendants to perform their routine activities, as well as in an urban agglomeration. This scenario enables the generation of solid waste, effluents and consumption of natural



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

resources. UNIFEMM has a daily flow of 4,989 people who generate about 216 kg of solid waste, daily. The institution does not have a Solid Waste Management Plan, which justifies studies to understand better the nature of the waste generated there, and propose the allocation and appropriate treatment to this waste. Thus, analysis of gravimetric composition, per capita generation, bulk density, moisture content and pH were performed. Through this study, it was found that 39% of all generated waste is organic and that 54% is dried material, suitable for recycling. The values of performed generation, pH and moisture content were 0,258 kg/person.day, 7.2 and 60,45%, respectively. In addition to supporting important decision-making about their management, data obtained allow to make a comparison with the characteristics of solid waste from municipalities.

Key words: *per capita* Generation. Moisture Content. Organic Waste. Solid Waste Management .

Introdução

A geração acelerada de resíduos sólidos e sua disposição ambientalmente segura são grandes desafios encarados pela sociedade moderna (JACOBI E BESEN, 2011). O crescimento populacional acelerado associado à evolução tecnológica, que permite a inserção de novos hábitos e costumes na sociedade, geram novas fontes de poluição, com resíduos mais complexos que dificultam o seu adequado gerenciamento. (TABALIPA E FIORI, 2006)

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são aqueles gerados pelas diversas atividades desenvolvidas em áreas de aglomeração humana, contemplando assim, resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industrial, de limpeza pública, construção civil e por fim, agrícola. (CASTILHOS JUNIOR et al., 2003)

A correta destinação final dos resíduos sólidos urbanos está diretamente ligada à preservação dos recursos naturais e ao bem-estar da população, pois evitam a contaminação do ambiente e a proliferação de vetores causadores de doenças. (RUTKOWSKI, 2008)

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (2010), a composição média dos resíduos sólidos no Brasil, considerando os resíduos coletados em 2008, é de aproximadamente de 2,9% de metais, 2,3% de aço, 0,6% de alumínio, 13,1% de papel, papelão e tetrapak, 13,5% plástico total, 2,4% vidro, 16,7% outros e por fim 51,4% de matéria orgânica.

A gestão ambiental vem ganhando espaço no cenário atual e está ultrapassando os limites do meio empresarial, fazendo-se desenvolver uma consciência ambiental em diferentes setores da sociedade envolvendo também o setor da educação. (TAUCHEN E BRANDLI, 2006). Ainda segundo este autor, as instituições de ensino superior – IES, podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, pois devem oferecer infraestrutura possibilitando a prática de diversas atividades rotineiras dos indivíduos, que por consequência, resultam no consumo de água e energia, geração de resíduos sólidos e utilização dos recursos naturais.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

Dentre as principais características dos resíduos sólidos, a determinação da composição gravimétrica possui significativa relevância, pois é um embasamento para a elaboração de um satisfatório plano de gerenciamento de resíduos, principalmente quanto ao potencial de aproveitamento dos mesmos (BARROS, R.M., 2012). De acordo Philippi Junior (2005), a composição dos resíduos sólidos urbanos pode variar de acordo com a época do ano, com a cultura, com o poder aquisitivo da população, entre outros fatores. Este parâmetro pode ser entendido como a determinação em percentual (em peso), da quantidade de cada tipo de material que compõe a amostra de resíduos. Assim é possível quantificar a presença de componentes como papel, metal, plástico, matéria orgânica entre outros.

O presente artigo técnico teve como objetivo realizar a caracterização gravimétrica de resíduos sólidos gerados em uma instituição de ensino superior, bem como a determinação de suas características físico-químicas tais como *geração per capita*, densidade aparente, potencial hidrogeniônico (pH) e umidade, a fim de subsidiar tomadas de decisão quanto ao seu gerenciamento.

Material e Métodos

A caracterização de resíduos sólidos do foi realizada a cada mês, no período de abril a outubro de 2015. A escolha do local mais adequado para a execução da composição gravimétrica, levou em consideração fatores como distância dos locais de maior circulação de pessoas, proximidade com o local de armazenamento de resíduos sólidos e pelo fato de ser uma área cercada, minimizando as chances de o resíduo ser carregado pelo vento, contaminando o solo.

A metodologia utilizada foi a técnica do quarteamento, que de acordo com a NBR 10007:2004 – Amostragem de Resíduos Sólidos – que pode ser definida como um processo de divisão em quatro partes de uma amostra homogeneizada, sendo tomadas duas partes diametralmente opostas que serão novamente homogeneizadas. Esse processo é repetido até que se atinja o volume desejado de resíduo.

Assim, após a coleta do resíduo gerado no intervalo de um dia, os sacos de acondicionamento foram rompidos e todo o material foi homogeneizado e dividido em quatro partes. Foram retirados 400 litros de resíduos de partes diametralmente opostas e o restante do material foi novamente ensacado e descartado. O resíduo restante, foi revolvido novamente, dividido em quatro partes e de lados opostos foram separados 200 litros, o procedimento foi repetido mais uma vez resultando ao fim do processo uma amostra representativa de 100 litros de resíduo. Após a obtenção da amostra representativa, a mesma foi segregada de acordo com os seguintes componentes: rejeito, plástico, papel, papelão, vidro, alumínio, resíduo orgânico e outros (madeira, borracha, tecidos, etc.), que foram pesados em balança modelo Marte LC200-PP.

A *geração per capita* foi determinada a partir da massa de todo o resíduo sólido gerado na instituição no período de um dia, sendo o valor encontrado dividido pelo número de pessoas que frequentam diariamente a instituição, incluindo estudantes e funcionários.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

A determinação da densidade foi realizada conforme proposto Vilhena (2010), na qual a amostra representativa, ainda não compactada, que foi obtida após a realização da técnica do quarteamento, foi colocada em um recipiente de volume conhecido e em seguida realizada sua pesagem. Após este procedimento, o peso obtido foi dividido pela capacidade do recipiente.

O teor de umidade foi obtido conforme proposto por Vilhena (2010), na qual a amostra representativa dos resíduos sólidos teve sua granulometria reduzida de 3 a 5 cm, separadas em três porções de aproximadamente 50 gramas e colocados em estufa à 100°C. Após 24 horas, as amostras foram retiradas, e resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente, sendo posteriormente pesadas. O teor de umidade foi calculado aplicando os resultados na seguinte equação:

Teor de umidade (%) =

A determinação do potencial hidrogeniônico foi realizada conforme metodologia proposta por Lange *et al.*, (2002), sendo separadas três amostras de aproximadamente 50 gramas que tiveram granulometria reduzida a cerca de 3-5 cm e posteriormente imersas em água deionizada. Em seguida, foram submetidas à rotação 45 rpm, por 8 minutos, no equipamento Jar Test Modelo Q305M3. Ao término deste procedimento foi feita a medição de pH através do pHmetro modelo pH Meter Model-PHS 3B.

Resultados e Discussão

Os resíduos sólidos gerados na instituição objeto deste estudo, são encaminhados em sua maioria para o aterro sanitário de seu município. Observando o gráfico 01, pode-se concluir que o resíduo gerado no campus é composto de 63% de resíduos passíveis de reaproveitamento, tais como plástico (10%), papel (7%), papelão (5%), metal (2%) e resíduo orgânico (39%). O rejeito representou 33% da composição. Os materiais recicláveis como latas de alumínio e papelão são previamente separados pelos funcionários coletores de resíduos e destinados a um catador local. É importante salientar que, tais resíduos não foram inclusos na amostragem realizada neste estudo.

Gráfico 1: Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos (%).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

A grande quantidade de resíduos orgânicos se dá em face do número de cantinas existentes (três) em todo o campus e principalmente pelo desperdício que pôde ser observado claramente ao desenvolver a análise de composição gravimétrica. Tal desperdício, também foi detectado para a fração de rejeito, pois por várias vezes foram encontrados itens de higiene, como papel toalha intactos.

Thode Filho et al.; (2014), em seu estudo sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ, Campus Duque de Caxias, encontrou os seguintes valores para as frações que compõem os resíduos gerados: 36,04% de plástico, sendo este o material predominante na composição dos resíduos em estudo, 28,36% de material orgânico, 27,40% de papel, 5,43% de outros, sendo englobados nesta categoria resíduos de poda de árvore, resíduo de varrição, pisos e azulejos, metais que representaram 2,20% da composição total e em última posição, com 0,57% dos resíduos, aparece o vidro. Os resíduos metálicos encontrados, são compostos por latas de alumínio, assim como foi verificado no presente estudo. Verificou-se que os percentuais de outros, metais e vidro representam 8,20% da composição total. O plástico e o papel representam 64,40% da massa residual total. Neste sentido, o plástico, o resíduo orgânico e o papel representam 91,08% da composição mássica total, valor superior quando comparado ao encontrado no presente trabalho, que foi de 56%. Tal diferença entre os valores encontrados para papel e plástico, pode ser elucidada pelo fato da pesquisa citada não ter considerado a fração de rejeito na realização da análise gravimétrica, o que pode influenciar nos valores encontrados.

Mesquita, Sartori e Fiuza (2011), em um estudo para a elaboração de uma proposta de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, encontraram os seguintes valores em seu estudo de composição gravimétrica realizada no campus



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

da universidade FUMEC, em Belo Horizonte. Papel 23,8%, plástico 6%, matéria orgânica 25,6%, metal 3%, vidro sendo insignificante e rejeito 12,6%. Cardoso *et al.* (2009), em seu estudo “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará – UFPA”, verificou que 50,60% dos resíduos gerados são de caráter orgânico. Já Gomes (2009), observou que 43% dos resíduos gerados na Puc – Rio, são orgânicos. Tal comparação nos permite observar que os resíduos gerados em universidades são em sua maioria orgânicos.

A instituição na qual foi desenvolvida a pesquisa, possui um fluxo diário de 4.989 pessoas e uma geração média diária de 215,695 kg de resíduos. Para o cálculo da geração per capita, considerou-se uma taxa de permanência de 04h/d, obtendo o valor médio de 0,043kg/pessoa/04h. Considerando uma permanência de 24 horas, verificamos que cada indivíduo pode gerar 0,258kg de resíduo. O valor obtido, se encontra cerca de 25% abaixo da geração per capita média estimada para o Brasil no ano de 2014. (ABRELPE e IBGE, 2014)

Mesquita, Sartori e Fiuza, (2011), em seu trabalho “Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso em campus universitário”, encontrou uma geração per capita de 0,0657 kg/pessoa/turno. Gomes (2009), em seu estudo “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Puc-Rio”, encontrou o valor de 0,297 kg/pessoa considerando a permanência de 24 horas, logo a geração per capita por turno (04 horas) é de 0,049 kg/pessoa, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Diante dos dados apresentados, pode-se verificar que independente do tamanho da população acadêmica, o padrão de consumo e por consequência de geração de resíduos sólidos é semelhante.

A densidade aparente média dos resíduos sólidos, foi de 55,3 kg/m³. Para determinar este parâmetro os resíduos não sofreram nenhum processo de compactação o que pode influenciar em seu valor, pois pode aumentar a massa específica seca do material. Fazendo uma comparação considerando os resíduos sólidos gerados em universidades, Gomes (2009), em seu estudo “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Puc-Rio”, encontrou um valor de 360 kg/m³ para a densidade aparente. Já Cardoso *et al.* (2009), em sua pesquisa “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará”, na determinação dos parâmetros físicos dos resíduos sólidos, encontrou o valor 47,96 kg/m³ para a densidade aparente, valor coerente ao encontrado neste trabalho.

O teor de umidade médio encontrado para os resíduos sólidos produzidos na instituição foi de 60,45%. Gomes (2009), em seu estudo sobre o “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Puc-Rio” encontrou o valor de 50,22% para o teor de umidade seco de resíduos sólidos. De acordo com Barros, R.T., (2012), o teor de umidade médio dos resíduos sólidos no Brasil, pode ultrapassar 30%, devido a grande presença de matéria orgânica. Já Monteiro *et al.*, (2001) afirma que o teor de umidade pode variar entre 40% a 60%. As afirmações acima podem elucidar o alto valor encontrado no presente estudo, visto que o material orgânico, que possui muita água em sua composição, representa 39% de todo o resíduo gerado.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

O valor de pH médio encontrado nesta pesquisa, foi de 7,2, revelando um caráter neutro.

Conclusões

- Os resíduos sólidos gerados na UNIFEMM, possuem significativa presença de resíduos sólidos orgânicos, o que viabiliza a implantação de uma usina de compostagem em seu território, contribuindo efetivamente para a redução da degradação ambiental e para o prolongamento da vida útil do aterro sanitário do município e principalmente como recurso didático para o desenvolvimento de aulas práticas, pesquisa e extensão.
- Cerca de 63% dos resíduos sólidos quantificados, são passíveis de reaproveitamento, seja reciclagem ou compostagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro e à Coordenadoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – COPPEX do Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), pelo apoio à realização da pesquisa.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama nacional dos resíduos sólidos no Brasil: 2014. São Paulo, 2014. 120p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2004.

BARROS, R. M. Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência. 2012.

BARROS, R.T.de V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. Belo Horizonte. Tessitura. 2012.

CANTANHADE, A, L, G. et al. Processamento de resíduos sólidos orgânicos: guia do profissional em treinamento. nível 2. Belo Horizonte. Recesa. 2007. 68p.

CARDOSO et al., Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém – Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 25. Anais Recife, Pernambuco. 2009.

DIAZ, S.M.F.; VAZ, L.M.S. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos: uma etapa preliminar no gerenciamento do lixo. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., Cancún, México. Anais.... 2002.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

GOMES, P.C.G.; Diagnóstico dos resíduos sólidos da Puc-Rio. 2009. Monografia (Especialização em Engenharia Urbana e Ambiental) – PUC RIO, Rio de Janeiro, 2009.

LANGE, L.C et al. Estudo comparativo de metodologias empregadas para a análise de resíduos sólidos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA. 28., Cancún, México. Anais...2002.

MESQUITA, E.G.; SARTORI, H.J.F.; FIUZA, M.S.S. Gerenciamento de resíduos sólidos: Estudo de Caso em Campus Universitário. Construindo. v 3. n 1. Belo Horizonte. 2011. p37-45.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual integrado de gerenciamento de resíduos sólidos. IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Rio de Janeiro. 2001. 204p

PHILIPPI JUNIOR, A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental).

RUTWOSKI, E.W et al. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Org). Resíduos sólidos: processamento de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional em treinamento: níveis 1 e 2. Salvador: ReCESA. 2008. 73p.

TABALIPA, N.L.; FIORI, A.P. Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbanos do município de Pato Branco, PR. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. n 04. 2006.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. Gestão e Produção. n 03. v 13. p503-515. 2006.

THODE FILHO, S et al. Um estudo sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do IFRJ -Campus Duque de Caxias, RJ. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET. Edição Especial. v 18. 2014. p30-35.

VILHENA, A. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. CEMPRE - Compromisso Empresarial para a reciclagem. 3ª edição. São Paulo. 2010.