



Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos comuns gerados na Universidade de Caxias do Sul – RS e comparação com outras instituições de ensino superior.

Nícolás Reinaldo Finkler¹; Tiago Pannizon²; Vania Elisabete Schneider³.

¹ Instituto de Saneamento Ambiental/Universidade de Caxias do Sul UCS (nrfinkler@ucs.br).

² tpanizzo@ucs.br; ³ veschnei@ucs.br.

Resumo

As instituições de ensino superior (IES) são fundamentais ao desenvolvimento científico de uma sociedade, sendo muitas vezes, comparadas a certos núcleos urbanos, visto a dimensão e variedade de atividades desenvolvidas nestas. O campus central da Universidade de Caxias do Sul (UCS) apresenta uma elevada diversidade de atividades, contando com um hospital, ambulatório, restaurantes, lojas, farmácias, ambientes administrativos, dentre outras. Esta diversidade encontrada na instituição aponta a complexidade do gerenciamento dos seus resíduos, os quais se enquadram em diversas categorias, como comuns e recicláveis; industriais; serviços de saúde; e químicos. Dentre os gerados, destaca-se o papel, o qual possui um programa próprio de gerenciamento denominado “Projeto Papel”, onde ocorre a coleta e posterior comercialização. O presente trabalho teve como objetivo verificar e quantificar a tipologia dos resíduos sólidos comuns no campus central da UCS e comparar os dados obtidos com outras IES. A caracterização tipificou os resíduos em 37 categorias de acordo com sua composição. Os resultados obtidos evidenciaram a fração orgânica (35,33%) como o principal componente encontrado, explicado pela presença de restaurantes na instituição, os quais efetuam o descarte de seus resíduos juntamente com os da universidade. Já aos recicláveis (26,59%), sua presença juntamente com o resíduo comum deve-se ao fato de a coleta seletiva não ter sido ainda implantada no campus. Ainda, baseado nos valores obtidos, a geração per capita diária da instituição mostrou-se referente a 54,22g. Os resultados obtidos apontam uma série de oportunidades de melhorias no gerenciamento dos resíduos sólidos comuns, principalmente referentes ao aproveitamento dos recicláveis.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos sólidos. Composição gravimétrica. Instituições de Ensino Superior.

Área temática: Resíduos Sólidos.

Assessment of common solid waste composition generated at the University of Caxias do Sul, Brazil and comparison with others higher education institutions.

Abstract

The Higher Education Institutions (HEI) can be compared to small urban centers once they develop research, extension projects and activities related to their operation. The main campus of the University of Caxias do Sul (UCS) has a wide range of activities, such include a hospital, clinic, restaurants, shops, pharmacies, administrative sectors, among others. This heterogeneity leads to the complexity of managing the waste, which falls under various categories, as: common and recyclable; industrial; healthcare; and chemical. Among the above-mentioned, there is paper and cardboard, which, due to the variety of administrative sectors, relates to its own program of collection and disposal. It is called “Projeto Papel”, where these types of residues are collected separately for subsequent commercialization. This study aimed to identify and quantify the types of common solid waste in the central campus of the University and compare the results with others HEI. The characterization typified waste into 37 categories according to its composition. Results showed the organic fraction (35.33%) as the main component, this is due to the presence of restaurants on campus, which disposal is conducted along with the university wastes. The recyclable fraction (26.59%) can be found mixed with the common residues, due to the fact that selective collection has not yet been deployed on the studied campus. Based on the values obtained, the per capita daily generation of the institution is 54.22 g. The results suggest opportunities for improvement in the management of common solid waste, especially for the exploitation of the recyclable fraction.

Key-words: Solid Waste Management. Gravimetric Composition. Higher Education Institutions.

Theme area: Solid Waste



1 Introdução

Sendo subproduto das diversas atividades humanas, os resíduos sólidos acompanharam o desenvolvimento do ser humano desde o início das civilizações. À medida que as técnicas de produção modernizavam-se, uma demanda cada vez maior de energia era utilizada para o atendimento das necessidades científicas. Com produtos cada vez mais complexos, o homem viu aumentar a co-existência entre ele mesmo e os resíduos. As alterações ao ambiente geradas com a gestão incorreta dos resíduos sólidos gerados são imediatas e remetem, à primeira vista, às alterações visuais e olfativas e em seguida a contaminação e perturbação de sistemas ambientais.

As instituições de ensino superior (IES) assumem um papel importante neste contexto, sendo as mesmas responsáveis tanto pelo avanço do conhecimento científico e desenvolvimento de novas tecnologias, quanto para a resolução de problemas e proposição de alternativas para a sociedade em que estão inseridas. Desta forma, é inegável o compromisso ético e moral que estas instituições assumem perante a sociedade.

Segundo Tauchen e Brandli (2006), as IES podem ser comparadas a pequenos núcleos urbanos, uma vez que desenvolvem projetos de pesquisa, extensão e atividades referentes à sua operação. Entre atividades comuns encontram-se hospitais, laboratórios de análises, hotéis, mini-empresas, restaurantes, indústrias, etc. A consequência destas atividades são a geração de efluentes líquidos, emissões atmosféricas e geração de resíduos sólidos comuns e perigosos. A presença destas atividades no contexto geral de uma IES leva a Resolução CONAMA n° 237 (BRASIL, 1997) a classificá-la possuidora de potencial poluidor, mesmo sem citá-la diretamente. Neste contexto, a responsabilidade das IES na minimização desses impactos é fundamental para o entendimento do papel ético e social das mesmas em relação à sociedade que está inserida. Desta forma, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelece a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para as atividades que gerem resíduos perigosos, ou que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos comuns pelo poder público municipal.

O desenvolvimento de planos de gerenciamento de resíduos sólidos nessas instituições configura-se como uma nova fase de trabalhos em relação à gestão acadêmica. Compreende ações referentes à tomada de decisões, políticas e estratégias, quanto a fatores institucionais, operacionais, financeiros, sociais, educativos e ambientais da geração ao destino final dos resíduos gerados nas atividades acadêmicas (DE CONTO, 2010). O primeiro passo para a elaboração destes está na fase de diagnóstico, onde todas as informações da situação atual do processo tais como geração, formas de acondicionamento, coleta interna e externa etc., são levantadas e utilizadas como norteadoras dos projetos, programas e ações relacionados com a melhoria e manutenção do sistema.

Conforme cita Risso (1993) a caracterização física e composição gravimétrica de resíduos gerados investiga os diferentes materiais que compõem o mesmo e também a proporção em peso ou volume na massa total. O método de caracterização é um importante instrumento investigativo em todas as etapas de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, pois os resultados apontam o andamento e efetividade do mesmo, identificando os pontos falhos que precisam ser gerenciados com maior empenho.

A Universidade de Caxias do Sul (UCS), cujo campus-sede localiza-se no município de Caxias do Sul, possui aproximadamente 32.500 alunos nos núcleos e campi localizados em nove municípios do estado, estando, atualmente, em processo de reformulação do seu Plano de Gerenciamento de Resíduos. Sua atuação se estende a uma área geográfica de 69 municípios e compreende uma população de mais de um milhão de habitantes (UCS, 2013). O campus-sede, conhecido como Cidade Universitária, conta com um hospital, ambulatório, restaurantes, lojas, farmácias, atividades industriais, como soldagem e usinagem, entre outras.



Esta diversidade encontrada na instituição aponta a complexidade do gerenciamento dos seus resíduos, os quais se enquadram em diversas categorias, como: comuns, industriais, de serviços de saúde e químicos. Dentre os gerados, destaca-se o papel, o qual, devido aos diversos setores administrativos, possui um programa próprio de coleta e destinação denominado “Projeto Papel”, onde ocorre a coleta em separado e a posterior venda. Além deste, existem outros programas que realizam a coleta especial de diferentes classes de resíduos, como os químicos líquidos e sólidos, perigosos e os oriundos dos serviços de saúde.

O presente trabalho teve como objetivos verificar a tipologia dos resíduos sólidos comuns gerados na Cidade Universitária da UCS, determinar a geração *per capita* e comparar os resultados de geração obtidos com metodologias realizadas em outras IES brasileiras.

2 Metodologia

As análises deste estudo foram direcionadas em dois enfoques principais, a geração de resíduos sólidos comuns da instituição e o levantamento de dados referentes à comercialização dos resíduos de papel e papelão, perfazendo desta forma, a geração total da UCS.

A geração dos resíduos sólidos comuns da UCS foi determinada através de uma caracterização física com vistas à determinação da composição gravimétrica dos mesmos. Foram coletadas amostras em sete pontos de armazenamento externo (Tabela 01) instalados no interior do campus universitário por um período de três dias. Estes pontos recebem os resíduos dispostos em áreas comuns da instituição, tais como salas de aula, corredores, restaurantes, lojas, bares, entre outros.

Tabela 01 – Descrição dos pontos de armazenamento externo.

Local de armazenamento	Número de contêineres	Volume de armazenamento (litros)
Bloco G	6	1000
Bloco A	2	500
Instituto de Biotecnologia (IB)	2	500
Zoológico	2	1000 e 500
Bloco L	7	1000
Vila Olímpica	3	1000
Biblioteca	6	1000

As amostras foram coletadas pela parte da manhã, antes da coleta pelo serviço municipal, realizada diariamente, sendo então referentes ao dia anterior. Em seguida, os mesmos foram encaminhados à Central de Armazenamento de Resíduos Sólidos da UCS, para caracterização.

A amostra compreendeu aproximadamente 2,40 m³ de um total de 48,37 m³ de resíduos sólidos gerados nesse período. O volume coletado foi quantificado pelo enchimento de 4 tonéis metálicos de 200 litros, totalizando 800 litros de resíduos amostrados por dia. Para a estimativa do volume total gerado na instituição utilizou-se a técnica de observação direta a partir do volume dos contêineres. A determinação da massa específica média do resíduo foi calculada a partir da massa total da amostra dividida pelo volume coletado.

Na Figura 01 estão ilustradas as etapas do processo de amostragem: a) seleção das amostras representativas; b) tambores empregados para estimativa de volumes coletados e veículo utilizado na coleta; e c) amostra final coletada disposta no local da caracterização.

Figura 01 – Coleta de amostras para a caracterização.



Os resíduos sólidos comuns foram separados em montes de acordo com a sua composição, representada por 35 categorias de materiais (Tabela 02).

Tabela 02. Categorias de resíduos consideradas na caracterização física.

Matéria orgânica	Embalagem longa-vida
Papel	Embalagem metalizada
Papelão	Misto
Vidro (Plano, incolor e colorido)	Diversos (eletro-eletrônico, utensílios diversos e outros)
Metal (ferroso e não-ferroso)	Mineral (terra, pedra, cerâmica e gesso)
Plástico (PET, HPDE, PVC, LDPE, PP, OS e outros)	Óleo de cozinha
Panos e couro	Rejeito
Sanitários	Embalagem de creme dental
Madeira	TNT
Perigoso (químico e biológico)	Látex

A Figura 02 apresenta a etapa de caracterização.

Figura 02 – Fase de caracterização física do resíduo.



Também, os resíduos foram classificados segundo os critérios de tratabilidade definidos por Schneider (1994). Segundo a metodologia exposta pela autora, os resíduos são divididos em: Biodegradáveis, que compreendem a matéria orgânica e madeira; Recicláveis, onde são considerados o papel/papelão, metais, plásticos, multicamadas e vidros; e Descartáveis, considerando materiais perigosos, diversos, sanitários, trapo, couro e borracha (Tabela 03).

Tabela 03 – Características das classes de tratabilidade dos resíduos sólidos.

Classe	Características
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.

Fonte: Schneider (1994).



A determinação da geração de resíduos de papel e papelão foi realizada a partir do levantamento de dados de comercialização com os gerenciadores do Projeto Papel. Dessa forma, assumiu-se que os valores de geração eram equivalentes aos de comercialização.

Por fim, a etapa de comparação da geração com outras intuições de ensino superior considerou as metodologias utilizadas em cada caso e as atividades desenvolvidas na área de estudo (Tabela 04). As metodologias que se apresentaram mais similares as da UCS foram selecionadas e aproveitadas neste estudo.

Tabela 04 – Metodologias utilizadas na comparação.

Fonte	Instituição	Geração per capita
GOMES (2009)	Pontifícia Universidade Católica - RJ	0,297 kg/dia
COSTA <i>et al.</i> (2004)	Universidade Federal da Paraíba - PB	0,106 kg/dia
MONTEIRO e AZEVEDO (2009)	Universidade Federal de Viçosa - MG	0,242 kg/dia
USP (2006)	Escola Politécnica de São Paulo - SP	0,107 kg/dia

Para a determinação da geração per capita diária da UCS, adotou-se uma população potencialmente geradora na instituição de 20.458 pessoas/dia (Tabela 05), referente à ocupação estimada da universidade no período de maio de 2013.

Tabela 05 – Quantificação da população diária que frequenta a instituição.

Descrição	Quantificação	%	Fonte
Alunos	17.802	87,02%	Setor de Planejamento
Professores	953	4,66%	Divisão Pessoal
Funcionários	905	4,42%	Divisão Pessoal
Terceirizados	248	1,21%	Setor de Zeladoria
Visitantes	550	2,69%	UCS <i>Aquarium</i> , Zoológico e Museu de Ciências Naturais
Totais	20.458	100.00%	-

3 Resultados e discussões

A Tabela 06 apresenta a geração anual dos resíduos de papel e papelão obtidos com os dados de comercialização junto aos gestores do Projeto Papel. Tomaram-se como referência os últimos cinco anos, visto que estes apresentaram valores uniformes de geração.

Tabela 06 – Comercialização anual de papel e papelão no período 2008-2012.

Ano	Geração (kg)
2008	29.950
2009	28.030
2010	28.600
2011	27.520
2012	21.760

Assim, são gerados anualmente em torno de 27.172 kg de papel e papelão, resultando em uma geração média diária de 112,28 kg. Existe uma variação nestas, e pode-se relacioná-la a eventos isolados como o descarte de documentação defasada nos setores, a realização de provas de vestibular e a compra de equipamentos involucrados em caixas de papelão.

A Tabela 07 apresenta a composição gravimétrica do resíduo sólido comum e está apresentada de duas formas: não considerando os valores gerenciados pelo Projeto Papel, e acrescentando os mesmos aos obtidos na caracterização. Os mesmos foram divididos em oito macro classes, considerando suas características físicas e químicas. Para a estimativa do volume diário, utilizou-se a densidade aparente média encontrada a partir da técnica de observação direta (77,28 kg/m³).



Tabela 07. Composição gravimétrica, UCS.

Classe	Massa (kg/dia)	Volume (m ³ /dia)	%	Massa (kg/dia)	Volume (m ³ /dia)	%
	Sem Projeto Papel			Com Projeto Papel		
Material orgânico	384,23	4,97	38,54%	384,23	4,97	34,64%
Resíduo sanitário	318,23	4,12	31,92%	318,23	4,12	28,69%
Papel/papelão	93,42	1,21	9,37%	205,70	2,66	18,54%
Plásticos	83,31	1,08	8,36%	83,31	1,08	7,51%
Metal ferroso	3,31	0,043	0,33%	3,31	0,04	0,30%
Metal não-ferroso	3,90	0,050	0,39%	3,90	0,05	0,35%
Vidro	1,29	0,02	0,13%	1,29	0,02	0,12%
Embalagem longa vida	13,52	0,17	1,36%	13,52	0,17	1,22%
Outros não recicláveis	95,76	1,24	9,60%	95,76	1,24	8,63%
Totais	996,95	12,90	100,00%	1109,23	14,35	100,00%

É válido ressaltar que atualmente estes resíduos, com exceção dos comercializados, são encaminhados e dispostos no Aterro Sanitário Municipal Rincão das Flores, localizado no distrito de Vila Seca, a nordeste da área urbana do município de Caxias do Sul, distante aproximadamente 38 km da instituição.

A Tabela 06 apresenta os valores caracterizados conforme o potencial de tratabilidade, e as classes UCS consideradas para cada critério.

Tabela 06 – Classificação da geração total de resíduos por critério de tratabilidade

Classe do resíduo	Classes UCS consideradas	Porcentagem
Biodegradáveis	Material orgânico	34,64%
Recicláveis	Papel/papelão, plástico, metal, vidro, embalagem Tetra-pak	28,04%
Descartáveis	Resíduo sanitário e outro não reciclável.	37,32%

Pode-se constatar que os materiais orgânicos, atualmente, representam a maior parcela de geração diária de resíduos sólidos comuns. O alto valor encontrado destes materiais é explicado pela presença de restaurantes na instituição, os quais efetuam o descarte de seus resíduos juntamente com os da universidade. Assim, pode-se admitir como resíduos legítimos da instituição as categorias de papel, papelão e resíduos sanitários.

No que tange à fração descartável, principal componente encontrado, ela é explicada principalmente pela presença de resíduos sanitários, que possuem significativos valores de massa e geração na instituição. Já aos recicláveis, sua presença juntamente com o resíduo comum deve-se ao fato de a coleta seletiva não ter sido ainda implantada no campus, estando a mesma, em fase de planejamento.

É possível identificar que a parcela de resíduos de papel e papelão que é gerenciada pelo Projeto Papel (112,28 kg/dia) representa 54,58% do gerado na totalidade pela categoria (205,70 kg/dia) na instituição.

Os resultados encontrados por USP (2006) apontam a presença de 47,3% de materiais não recicláveis na composição total do resíduo sólido comum. Já Gomes (2009) obteve o percentual de materiais orgânicos referente a 43% nos resíduos sólidos comuns da IES estudada.

Por fim, baseado nos valores obtidos, a geração *per capita* diária da instituição mostrou-se referente a 54,22g, considerando alunos, professores, funcionários e visitantes. Em comparação com os valores encontrados com as outras IES, a geração de resíduos sólidos comuns da UCS é considerada baixa e pode estar principalmente relacionada com a geração de resíduos sanitários e a presença de restaurantes na instituição.



4 Conclusões

Os resultados apresentados permitiram um maior entendimento da origem, composição e especificidades do gerenciamento dos resíduos sólidos comuns gerados na Universidade de Caxias do Sul.

Verificou-se uma grande variedade de materiais compondo o resíduo comum da instituição, sendo até certo ponto comparável ao Resíduo Sólido Doméstico. Porém, é importante destacar que somente podem ser admitidos como resíduos legítimos da UCS o papel (setores técnicos e administrativos), papelão (embalagens) e resíduos sanitários (banheiros), sendo o restante gerado, em sua grande maioria, por bares e restaurantes. Com a implantação da coleta seletiva, espera-se que estes valores sejam gradativamente diminuídos através de ações e programas de sensibilização com a comunidade acadêmica.

O percentual de papel e papelão encontrado durante a caracterização física, o qual representa 45,42% do total gerado nesta categoria, denota a possibilidade de melhorias com a ampliação, atuação e manutenção do Projeto Papel em toda a instituição. No entanto, ações que incentivem a minimização e a não geração devem ser incorporadas nas estratégias do gerenciamento do projeto.

A comparação dos dados de geração per capita entre as IES expõe a necessidade de utilização de fontes primárias de dados para o desenvolvimento de estudos e projetos para o gerenciamento de resíduos em universidades, pois a variação e especificidade apresentadas entre elas são de ordem elevada. O valor obtido de geração per capita de 54,22 g/dia, mesmo sendo inferior aos apresentados pelas outras IES, aponta que existe uma possibilidade na instituição de, progressivamente, diminuir este valor com a aplicação de ações de sensibilização.

Portanto, o método de caracterização foi uma importante ferramenta para medir a efetividade de todas as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos comuns na universidade. Porém, esta deve ocorrer de forma periódica considerando os fatores que influenciam o processo de geração tais como sazonalidade, taxa de ocupação das dependências, segregação na fonte, hábitos da comunidade acadêmica, setorização por centro acadêmico, realização de eventos universitários, entre outros.

Referências

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 26 mar. 2013.

COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; TRESENA, N. de L.; GUIMARÃES, F. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; SILVA, M. M. P. da; GUERRA, H. Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, v. 4, n.2. Campina Grande, 2004.

GOMES, P. C. G. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da PUC – Rio**. 2009. 75 p. Monografia. Curso de Especialização em Engenharia Urbana e Ambiental. Pontifícia Universidade Católica – RJ, Rio de Janeiro, 2009.

DE CONTO, S.M. Gestão de resíduos em universidade: uma complexa relação que se estabelece entre heterogeneidade de resíduos, gestão acadêmica e mudanças comportamentais.



In: DE CONTO, S. M. (org.) *et al.* **Gestão de resíduos em universidades**. Caxias do Sul – RS: EDUCS, 2010. p 17-32.

MONTEIRO, L. do V.; AZEVEDO, M. de A. Diagnóstico do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos do campus Viçosa da Universidade Federal de Viçosa. **IN: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 2009. Recife, 2009.

RISSO, W. M. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde: A caracterização como Instrumento Básico para Abordagem do Problema**. 1993. 165 f. Dissertação. Mestrado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SCHNEIDER, V. E. **Estudo da Geração de Resíduos Sólidos Domésticos no Município de Bento Gonçalves – RS**. 1994. 135 p. Dissertação. Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1994.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.503-515, São Carlos, 2006.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL (UCS). **Campi e Núcleos**. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/institucional/campi-e-nucleos/>>. Acesso em: 09 ago. 2013.

USP, ESCOLA POLITÉCNICA DA. **Diagnóstico da gestão de resíduos na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. USP, 2006. Disponível em: <http://www3.poli.usp.br/images/stories/media/download/polirecicla/projetos/diagnostico_2006.pdf>. Acesso em 18 de abr. de 2013.