

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM *CAMPUS* UNIVERSITÁRIO

BENEFICIAL USE POTENTIAL FOR THE SOLID WASTE IN AN UNIVERSITY CAMPUS

Solange Aparecida Goularte Dombroski

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Adjunta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Mossoró (RN), Brasil.

Marco Antonio Diodato

Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor Adjunto da UFERSA – Mossoró (RN), Brasil.

Rafael Oliveira Batista

Pós-Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Adjunto da UFERSA – Mossoró (RN), Brasil.

Daniela da Costa Leite Coelho

Doutoranda em Manejo de Solo e Água pela UFERSA. Professora da UFERSA – Mossoró (RN), Brasil.

Jackson Fernandes da Silva

Engenheiro de Petróleo pela UFERSA – Mossoró (RN), Brasil.

Endereço para correspondência:

Solange Aparecida Goularte Dombroski – Rua Antônio Vieira de Sá, 583, apto. 301 – Nova Betânia – 59612-100 – Mossoró (RN), Brasil – E-mail: solangedombroski@ufersa.edu.br

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o aproveitamento potencial de resíduos sólidos gerados em um *campus* universitário, de modo a subsidiar o planejamento e ações de gerenciamento. O estudo foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), *Campus* Mossoró, Rio Grande do Norte, durante quatro anos consecutivos com amostragens durante o período letivo de aulas. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média. A partir do agrupamento das 18 classes adotadas de resíduos em 4 grandes grupos (recicláveis, restos de alimentos, material potencialmente perigoso e outros 3), verificou-se que nenhum grande grupo diferiu estatisticamente entre si para os distintos dias da semana e que as maiores proporções (48,9 e 55,1%) foram observadas para o grande grupo de recicláveis. A análise anual indicou, para os dois últimos anos do estudo, maiores proporções também para o grande grupo de recicláveis, evidenciando a importância de implantação de coleta seletiva solidária eficiente na instituição.

Palavras-chave: caracterização de resíduos sólidos; resíduos recicláveis; aproveitamento de resíduos; universidade.

ABSTRACT

This work had the objective of verifying the beneficial use potential for the solid waste generated in an university campus, to subsidize its management planning and actions. The study was carried out at the UFERSA *Campus* in Mossoró, RN, in four consecutive years, with samplings conducted during regular classes' seasons. The data was submitted to variance analysis and means tests. After grouping the 18 waste classes in 4 bigger groups (recyclable, food, dangerous and other), it was verified that there was no difference in composition in any group between the days of the week, and that the highest proportions (48.9 and 55.1%) were observed for the great group of recyclables. For the last two years of the study, there was an increase in proportion for the recyclables group, emphasizing the importance of effective joint selective collection in this institution.

Keywords: solid waste characterization; recyclable waste; beneficial use; university.

INTRODUÇÃO

De maneira geral, como consequência do desenvolvimento econômico e do crescimento populacional, tem ocorrido aumento no consumo dos recursos naturais e, inevitavelmente, geração de resíduos — sólidos, líquidos ou gasosos. Entre os temas de muitas discussões ao longo dos últimos anos está o da questão ambiental, a qual tem causado grande preocupação com a conservação dos recursos naturais e com a degradação provocada pelo ser humano ao meio ambiente (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). Tais preocupações têm uma relação direta com os resíduos sólidos. Estes, se lançados em qualquer lugar ou inadequadamente tratados e dispostos, tornam-se uma fonte dificilmente igualável de proliferação de insetos e roedores, com os consequentes riscos para a saúde pública, além de causarem incômodos estéticos e de mau cheiro (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos são

resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004a)

A Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis, define resíduos sólidos como

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos

d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

A NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade em classe I – perigosos, e classe 2 – não perigosos. Os resíduos classe I são aqueles que apresentam uma das características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Já os resíduos classe II são aqueles que não apresentam periculosidade, conforme definido pela NBR 10.004/2004, contudo, estes resíduos são diferenciados ainda em classe IIA – não inertes, e classe IIB – inertes. Os resíduos classe IIA – não inertes podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ABNT, 2004a). Os resíduos classe IIB se referem aos resíduos que, quando

submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006 (ABNT, 2004b), não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004a).

Entre os pontos importantes do aproveitamento de resíduos pode-se mencionar a contribuição para a conservação de recursos naturais não renováveis e diminuição da poluição ambiental (ISMAIL & AL-HASHMI, 2008). Atualmente, fortalece-se cada vez mais a ideia da não geração dos resíduos sólidos, porém isso é algo impossível diante da forma como estão estabelecidas as sociedades, além de fatos explicáveis por leis da física como é o caso da lei da conservação da massa. Segundo essa lei, nunca estaremos livres de algum tipo de poluição/resíduos (BRAGA *et al.*, 2005). Todavia, em alguns casos é possível evitar a geração de determinados resíduos perigosos substituindo a matéria-prima em um processo industrial. Para qualquer tipo de resíduo, entende-se que se deve visar o estabelecido no art. 9º da Lei nº 12.305/2010:

Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010)

Nesse ponto, deve-se destacar e estabelecer ainda dois conceitos, o de resíduo e o de rejeito.

De acordo com Amaral *et al.* (2001), a diferença entre eles é que o resíduo possui um potencial de uso com ou sem tratamento. Já o rejeito não apresenta possibilidade técnica ou econômica de uso, devendo ser tratado para disposição final. Ou seja, os resíduos são passíveis de reaproveitamento, reciclagem ou reutilização, sendo atribuído ainda significativo valor econômico e social, ajudando as cooperativas de reciclagem e triagem, mas os rejeitos (ou lixo), mesmo depois de se ter esgotado os recursos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não podem ser atribuídos a outras funções e utilidades, não tendo outra possibilidade senão a disposição final ambientalmente adequada — exclusão (ABLP, 2009). Nesse mesmo sentido, a PNRS diferenciou rejeitos de resíduos sólidos. Os rejeitos são

resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010)

Em termos quantitativos referentes a resíduos domiciliares, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, cujo objetivo foi investigar as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros, informou que dos 5.564 municípios existentes em 2008, 5.553 tiveram serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares e/ou público, com quantidade diária coletada de 183.488 t.dia⁻¹ (IBGE, 2010). Para minimizar os potenciais impactos negativos relacionados aos resíduos sólidos, deve-se buscar o seu gerenciamento adequado. A Lei nº 12.305/2010 define gerenciamento de resíduos sólidos como

o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (BRASIL, 2010)

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2002) salientou que um sistema efetivo de gerenciamento integrado de resíduos sólidos considera ações de não geração, reciclagem e manejo dos resí-

duos sólidos, de modo a proteger mais efetivamente a saúde humana e o ambiente. Vale ressaltar ainda que o Decreto Federal nº 5.940/2006 (BRASIL, 2006) instituiu a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e às cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, de modo que este tema deve ser contemplado pela política de gerenciamento de resíduos sólidos desses estabelecimentos.

As características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos variam em função de diversos aspectos, tais como sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si (NUCASE, 2007). Tais características são fundamentais para dimensionamento das unidades e definição das ações de gerenciamento dos resíduos. No contexto municipal, o uso de dados reportados na literatura para planejamento local pode conduzir a estimativas sem acuidade de quantidade e composição de resíduos sólidos municipais, podendo implicar em altos custos equivocados no dimensionamento de instalações e equipamentos (CHEREMISINOFF, 2003), o que indica a importância dos estudos de caracterização dos resíduos. Uma das características físicas dos resíduos sólidos é a composição gravimétrica, que significa “o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada” (MONTEIRO *et al.*, 2001). A definição da composição física é importante para estudos de aproveitamento das diversas frações e para compostagem (CONSONI *et al.*, 2000).

Entre os diversos tipos de estabelecimentos que podem ser classificados como grandes geradores de resíduos encontram-se as universidades. Nestas, dependendo das áreas de atuação em ensino, pesquisa e extensão, os resíduos sólidos podem incluir tanto os resíduos do tipo doméstico como também entulho de obras, resíduos de serviços de saúde, restos de poda, aparelhos e eletrodomésticos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos de atividades agrícolas (embalagens de fertilizantes e de defensivos agrícolas, rações, restos de colheitas, sementes e outros) e resíduos perigosos derivados de atividades laboratoriais.

Sendo as universidades instituições que visam à formação do indivíduo consciente das suas obrigações de cidadão, torna-se fundamental a implantação de pro-

gramas de conscientização da preservação ambiental dentro do próprio planejamento de ensino e pesquisa. Assim, é de suma importância que as universidades definam uma política que contemple questões ambientais nas diferentes atividades de ensino, pesquisa e extensão. O diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em relação a sua composição gravimétrica é necessário para buscar práticas que os minimizem, além de possibilitar o adequado dimensionamento do sistema

de armazenamento, transporte, destinação adequada dos recicláveis para as cooperativas e disposição final dos rejeitos no aterro sanitário municipal. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o possível aproveitamento de resíduos sólidos a partir de estudos da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados nessa instituição de ensino, *Campus Mossoró*, considerando os conceitos avançados propostos pela PNRS, de modo a subsidiar o planejamento de ações de gerenciamento desses resíduos.

METODOLOGIA

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na UFERSA, localizada no km 47 da BR 110, Bairro Presidente Costa e Silva, no município de Mossoró (RN). As coordenadas geográficas da sede do município são 5°11'31" de latitude sul, 37°20'40" de longitude oeste e altitude média de 18 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h' (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 673,9 mm, temperatura média de 27,4°C e umidade relativa do ar média de 68,9%. Insolação média diária

de 7,83 horas e anual de 2.771,27 horas de brilho solar durante um período histórico de 30 anos (CARMO FILHO *et al.*, 1991).

No segundo semestre letivo de 2012, a instituição contava com uma população de 6.451 pessoas entre funcionários, alunos, trabalhadores terceirizados e prestadores de serviços localizados na área da instituição, conforme mostrado na Tabela 1. Esta tabela indica um crescimento populacional superior a 70% entre 2009 e 2012.

Levantamento da composição gravimétrica

Foram desenvolvidos quatro estudos anuais consecutivos, 2009, 2010, 2011 e 2012, todos no segundo semestre letivo. Em cada ano, foram coletadas amostras dos resíduos sólidos classe II gerados na universidade durante o período letivo de aulas, de segunda a sexta-feira, por uma semana no estudo relativo a 2009 e duas semanas nos demais anos. No *campus* da UFERSA não há coleta de lixo aos domingos, e aos sábados, em geral, faz-se coleta de restos de podas; assim, para o estudo de caracterização, foram realizadas amostras semanais, exceto nos sábados e domingos.

O estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados na instituição foi executado utilizando-se o material especificado e o procedimento definido a partir das recomendações apresentadas em Consoni *et al.* (2000). Tal procedimento consistiu em:

1. descarregar o caminhão no local previamente definido (uma baía do setor de suinocultura desativa-

do); considerando que a quantidade diária de resíduos gerados é inferior a 1,5 t, todo o material foi utilizado para obtenção da amostra;

2. romper os receptáculos (sacos plásticos, caixas, etc.);
3. homogeneizar o máximo possível;
4. retornar para o monte os materiais rolados (latas, vidros, etc.);
5. coletar 4 amostras de 100 L cada (utilizando tambores), 3 na base e nas laterais e 1 no topo da pilha;
6. pesar os resíduos coletados nas 4 amostras;
7. dispor os resíduos coletados em uma segunda baía do setor de suinocultura desativado. Esse material constituiu a amostra utilizada para a análise da composição gravimétrica dos resíduos;

Tabela 1 - População da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, nos anos de 2009 a 2012.

Classes/setores	Número de pessoas			
	2º semestre letivo de 2009 ¹	2º semestre letivo de 2010 ²	2º semestre letivo de 2011 ³	2º semestre letivo de 2012 ⁴
Professores efetivos	265	257	283	317
Professores substitutos/temporários	NL	21	40	36
Técnicos administrativos	243	246	272	344
Alunos de graduação	2.996*	3.610	4.100	5.015
Alunos de pós-graduação		250	345	497
Trabalhadores da empresa terceirizada	100	87	132	182
Caixa Econômica Federal	13	12	12	12
Restaurante universitário	0	8	9	28
Lanchonete (duas unidades)	NL	10	10	10
Fotocopiadora (três unidades)	NL	12	12	10
Total	3.617	4.513	5.215	6.451

*SOMA DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO E DE PÓS-GRADUAÇÃO; NL: NÃO LEVANTADO; ¹UFERSA (2010); ²COELHO (2010); ³SILVA E DOMBROSKI (2012); ⁴BARBOSA (2013).

8. separar os materiais da amostra em 18 classes (borracha; couro; madeira; restos de alimentos; metais ferrosos; metais não ferrosos; papel; papelão; plástico rígido (incluindo copo descartável de plástico); plástico maleável; politereftalato de etileno (PET); trapo; vidro; ossos; cerâmica; outros 1 (isopor e embalagens revestidas interiormente com laminado, como caixas de suco e pacotes de biscoitos); outros 2 (mistura de pedaços relativamente pequenos de restos de alimentos, principalmente, plástico maleável e papel higiênico) e material potencialmente perigoso (podendo incluir material de serviço de atendimento à saúde animal e de análises e exames laboratoriais relacionados a animal; lâmpada fluorescente; pilhas; baterias; embalagens de aerossóis, entre outros)), utilizando um recipiente, devidamente identificado, para cada classe; e

9. pesar cada classe de resíduos, previamente separada no tambor de 100 L.

Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo Sistema de Análise de Variância (SISVAR) (FERREIRA, 1999). Os dados de produção de resíduos sólidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade (quando significativos, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade).

Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo Sistema de Análise de Variância (SISVAR) (FERREIRA, 1999). Os dados de produção de resíduos sólidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade (quando significativos, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentados os resultados referentes à caracterização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados na UFERSA, *Campus Mossoró*. Deve-se ressaltar ainda, para melhor entendimento dos resultados, que, aplicado o teste de Tukey, os resultados com letras iguais minúsculas não diferem

entre si nas colunas e os resultados com letras iguais maiúsculas não diferem entre si nas linhas.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados na UFERSA, *Campus Mossoró*, para os dias da

Tabela 2 - Valores médios da composição gravimétrica de resíduos sólidos classe II gerados na Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, para distintos dias da semana em amostragens realizadas em 2009, 2010, 2011 e 2012*.

Componentes	Composição gravimétrica (%)				
	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Borracha	0,06 a	0,00 a	0,30 a	0,00 a	0,00 a
Couro	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,10 a	0,00 a
Madeira	0,00 a	0,05 a	1,78 ab	0,00 a	1,37 abc
Restos de alimentos	11,21 e	6,22 abcde	12,28 c	12,58 e	14,54 e
Metais ferrosos	0,80 ab	1,45 ab	1,42 a	2,48 abc	1,04 abc
Metais não ferrosos	1,41 abc	2,12 abc	1,80 ab	1,86 ab	1,46 abc
Papel	9,16 cde	8,80 cde	14,75 c	14,61 e	12,77 e
Papelão	9,91 de	8,04 bcde	11,81 c	9,13 cde	8,61 bcde
Plástico rígido	8,27 bcde	9,49 de	8,77 bc	8,69 bcde	9,55 de
Plástico maleável	10,00 e	11,38 e	12,03 c	10,61 de	8,74 cde
PET	7,25 abcde	6,74 abcde	3,91 ab	5,37 abcd	3,25 abcd
Trapos	2,17 abcd	3,35 abcd	1,12 a	0,63 a	0,50 a
Vidros	0,67 ab	1,28 ab	0,64 a	0,07 a	3,48 abcd
Ossos	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Cerâmicas	0,00 a	1,30 ab	0,00 a	1,41 a	0,00 a
Outros 1 ¹	4,29 abcde	3,26 abcd	2,77 ab	2,98 abc	2,83 abcd
Outros 2 ²	33,80 f	36,29 f	25,25 d	28,64 f	30,93 f
Material potencialmente perigoso ³	0,99 ab	0,22 a	1,38 a	0,85 a	0,92 ab
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*SEGUNDO O TESTE DE TUKEY, LETRAS IGUAIS NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI COM 5% DE PROBABILIDADE; PET: POLITEREFTALATO DE ETILENO; ¹ISOPOR E EMBALAGENS REVESTIDAS INTERIORMENTE COM LAMINADO, COMO CAIXAS DE SUÇO E PACOTES DE BISCOITOS; ²MISTURA DE PEDAÇOS RELATIVAMENTE PEQUENOS DE RESTOS DE ALIMENTOS (PRINCIPALMENTE), PLÁSTICO MALEÁVEL E PAPEL HIGIÊNICO; ³MATERIAL COM POSSIBILIDADE DE SER CLASSIFICADO COMO PERIGOSO, PODENDO INCLUIR MATERIAL DE SERVIÇO DE ATENDIMENTO À SAÚDE ANIMAL E DE ANÁLISES E EXAMES LABORATORIAIS RELACIONADOS A ANIMAL; LÂMPADA FLUORESCENTE; PILHAS; BATERIAS; EMBALAGENS DE AEROSSÓIS, ENTRE OUTROS.

semana em que foram realizadas as amostragens, nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012. A análise dos resultados mostrou que as classes borracha, couro, madeira, metais ferrosos, metais não ferrosos, PET, trapos, vidros, ossos, cerâmicas, outros 1 e material potencialmente perigoso apresentaram composição gravimétrica média de 0 a 7,3%, não diferindo estatisticamente entre si, para os dados referentes a cada dia da semana estudado. Nessa condição também se apresentou

o componente restos de alimentos referentes às terças-feiras. Em cada dia da semana, as proporções de restos de alimentos, papel, papelão, plástico rígido e plástico maleável não diferiram entre si e os valores médios resultaram entre 8,3 e 11,2%; 6,2 e 11,4%; 8,8 e 14,7%; 8,7 e 14,6% e 8,6 e 14,5%, dados de segundas as sextas-feiras, respectivamente. Desses resultados, considerando cada dia da semana estudado, foram verificadas proporções entre 6,2 e 14,7% para 5 classes

de resíduos sólidos com potencial de destinação final ambientalmente adequada, seja para compostagem, seja para reciclagem ou outras formas de aproveitamento mencionadas pela Lei nº 12.305/2010.

Ainda de acordo com a Tabela 2, observando-se os resultados em cada dia da semana, a classe denominada neste estudo como outros 2, referente à mistura de difícil segregação (pedaços relativamente pequenos de restos de alimentos, principalmente plástico maleável e papel higiênico), diferiu estatisticamente das demais classes e apresentou os maiores valores médios (33,8; 36,3; 25,2; 28,6 e 30,9% referentes aos períodos de segundas às sextas-feiras, respectivamente). De acor-

do com os materiais que compõem essa classe, estes podem ser classificados como “rejeito”, ou seja, sem possibilidade de reaproveitamento, tendo necessidade de serem destinados para os aterros sanitários. Os resultados indicam que para diminuir a proporção dessa classe de resíduos, é necessário melhorar a segregação dos resíduos na fonte geradora, o que pode ser obtido com estímulo à coleta seletiva por meio de campanhas de sensibilização voltadas à comunidade universitária, além de garantir uma infraestrutura adequada para tal.

A Tabela 3 apresenta os valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados na UFERSA, *Campus* Mossoró, de acordo com os

Tabela 3 - Valores médios da composição gravimétrica de resíduos sólidos classe II gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, em amostragens realizadas em 2009, 2010, 2011 e 2012.

Componentes	Composição gravimétrica (%)
Borracha	0,07 a
Couro	0,02 a
Madeira	0,64 a
Restos de alimentos	11,28 c
Metais ferrosos	1,47 a
Metais não ferrosos	1,75 a
Papel	12,08 c
Papelão	9,51 c
Plástico rígido	8,96 c
Plástico maleável	10,62 c
PET	5,31 b
Trapos	1,57 a
Vidros	1,18 a
Ossos	0,00 a
Cerâmicas	0,57 a
Outros 1 ¹	3,20 ab
Outros 2 ²	30,90 d
Material potencialmente perigoso ³	0,87 a
Total	100,0

*DE ACORDO COM O TESTE DE TUKEY, LETRAS IGUAIS NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI COM 5% DE PROBABILIDADE; ¹ISOPOR E EMBALAGENS REVESTIDAS INTERIORMENTE COM LAMINADO, COMO CAIXAS DE SUCO E PACOTES DE BISCOITOS; ²MISTURA DE PEDAÇOS RELATIVAMENTE PEQUENOS DE RESTOS DE ALIMENTOS (PRINCIPALMENTE), PLÁSTICO MALEÁVEL E PAPEL HIGIÊNICO; ³MATERIAL COM POSSIBILIDADE DE SER CLASSIFICADO COMO PERIGOSO, PODENDO INCLUIR MATERIAL DE SERVIÇO DE ATENDIMENTO À SAÚDE ANIMAL E DE ANÁLISES E EXAMES LABORATORIAIS RELACIONADOS A ANIMAL; LÂMPADA FLUORESCENTE; PILHAS; BATERIAS; EMBALAGENS DE AEROSSÓIS, ENTRE OUTROS.

componentes avaliados nas amostragens executadas entre 2009 e 2012. É possível observar que para os componentes borracha, couro, madeira, metais ferrosos, metais não ferrosos, trapos, vidros, ossos, cerâmicas, outros 1 e material potencialmente perigoso, não houve diferenças estatísticas significativas, sendo esses os componentes que se apresentaram em menor quantidade (0 a 3,2%), quando comparados aos demais avaliados. As classes PET e outros 1 não diferiram significativamente entre si e os valores médios foram de 5,31 e 3,20%, respectivamente. Já as classes restos de alimentos, papel, papelão, plástico rígido e plástico maleável apresentaram proporções de 11,28; 12,08; 9,51; 8,96 e 10,62%, respectivamente, e não diferiram entre si. Essa mesma condição foi observada quando a análise foi feita para cada dia da semana (Tabela 2). O componente outros 2 resultou em proporção média de 30,90%, sendo a maior entre as classes estudadas e diferente estatisticamente destas, fato também verificado pela análise em cada dia da semana.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos classe II gerados na UFERSA, *Campus* Mossoró, analisados por ano em que foram realizadas as amostragens.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que os componentes borracha, couro, madeira, metais ferrosos, metais não ferrosos, plástico maleável, PET, trapos, vidros, ossos, cerâmicas, outros 1 e material potencialmente perigoso não apresentaram diferenças estatísticas significativas ao longo do período de estudo.

Constatou-se ainda que os componentes papel, papelão e plástico rígido apresentaram aumento da quantidade produzida no decorrer dos anos. Esses dados corroboram a tendência geral sobre os resíduos sólidos municipais identificada por Cheremisnoff (2003), como o aumento da porcentagem de papel e plásticos, e a substituição de recipientes de metal e vidro por materiais mais leves como plástico e alumínio. Comenta-se também que essa mudança na composição dos resíduos sólidos classe II gerados na UFERSA ao longo dos anos pode ter sido, dentre outros motivos, consequência da expansão da instituição, já que a instituição apresentou um aumento de sua população em mais de 70% entre 2009 e 2012 (ver Tabela 1), o que, por sua vez, teve relação com a criação de novos cursos de graduação e programas de pós-graduação.

Quanto ao componente restos de alimentos, observa-se, na Tabela 3, diminuição significativa da quantidade produzida ao longo do período de estudo. Menciona-se ainda que a quantidade de restos de alimentos, relativamente elevada, gerada no ano de 2009, decorreu de avaliação de experimentos com melancia realizados por pesquisadores da instituição, havendo produção relativamente alta desse componente (UFERSA, 2010) na semana de caracterização de resíduos. Para a classe outros 2, observou-se que a geração diminuiu ao longo dos quatro anos estudados, e as porcentagens diferiram estatisticamente. Como já comentado, essa classe apresentou as maiores proporções (32,15; 36,81; 28,37 e 25,90%, referentes a 2009 a 2012, respectivamente) entre as 18 classes verificadas.

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados os valores médios da composição gravimétrica por grandes grupos (recicláveis, restos de alimentos, material potencialmente perigoso e outros 3) dos resíduos sólidos gerados na UFERSA, *Campus* Mossoró, analisados por dias de amostragens e por ano em que foram realizadas as amostragens.

Com relação aos dados apresentados na Tabela 5, constatou-se que nenhum grande grupo diferiu estatisticamente para os distintos dias da semana em que foram realizadas as amostragens. As maiores proporções (48,9 a 55,1%) foram observadas para o grande grupo denominado de recicláveis (metal, papel, papelão, plástico e vidro). Em seguida, o grande grupo denominado de outros 3 (borracha, couro, madeira, trapos, ossos, cerâmicas e outros 1 (isopor e embalagens revestidas, interiormente com laminado, como caixas de suco e pacotes de biscoitos)) apresentou proporções de 31,2 a 44,3%. As proporções de restos de alimentos variaram de 6,2 a 14,6%, e de material potencialmente perigoso, de 0,2 a 1,4%, para as amostragens referentes aos distintos dias da semana.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios da composição gravimétrica por grandes grupos, conforme já mencionado, para as amostragens executadas em quatro distintos anos. Em 2009 e 2010, observaram-se maiores proporções para o grande grupo denominado aqui como outros 3. Já em 2011 e 2012, as maiores proporções foram observadas para o grande grupo de recicláveis. Para este grupo foi verificada diferença estatística de 5% de probabilidade para os resultados referentes aos anos de 2009 e 2010, em relação àqueles relativos a 2011 e 2012,

Tabela 4 - Valores médios da composição gravimétrica de resíduos sólidos classe II gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, por ano, em amostragens realizadas em 2009, 2010, 2011 e 2012*.

Componentes	Composição gravimétrica (%)			
	2009	2010	2011	2012
Borracha	0,00 A	0,24 A	0,00 A	0,00 A
Couro	0,00 A	0,07 A	0,00 A	0,00 A
Madeira	0,07 A	1,75 A	0,31 A	0,00 A
Restos de alimentos	33,14 C	14,18 B	4,28 A	2,72 A
Metais ferrosos	2,82 A	2,15 A	0,64 A	0,80 A
Metais não ferrosos	1,47 A	0,82 A	2,16 A	2,57 A
Papel	6,88 A	8,86 A	14,18 B	16,73 B
Papelão	4,20 A	8,34 A	8,93 A	15,03 B
Plástico rígido	2,86 A	7,00 AB	11,88 B	11,57 B
Plástico maleável	8,01 A	8,54 A	12,27 A	12 80 A
PET	3,23 A	3,63 A	7,42 A	6,06 A
Trapos	1,84 A	0,70 A	2,17 A	1,72 A
Vidros	1,70 A	2,46 A	0,30 A	0,35 A
Ossos	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A
Cerâmicas	0,00 A	0,91 A	0,98 A	0,00 A
Outros 1 ¹	1,36 A	2,68 A	4,53 A	3,36 A
Outros 2 ²	32,15 BC	36,81 C	28,37 AB	25,90 A
Material potencialmente perigoso ³	0,25 A	0,85 A	1,59 A	0,37 A
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

*DE ACORDO COM O TESTE DE TUKEY, LETRAS IGUAIS NA LINHA NÃO DIFEREM ENTRE SI COM 5% DE PROBABILIDADE; ¹ISOPOR E EMBALAGENS REVESTIDAS INTERIORMENTE COM LAMINADO, COMO CAIXAS DE SUCO E PACOTES DE BISCOITOS; ²MISTURA DE PEDAÇOS RELATIVAMENTE PEQUENOS DE RESTOS DE ALIMENTOS (PRINCIPALMENTE), PLÁSTICO MALEÁVEL E PAPEL HIGIÊNICO; ³MATERIAL COM POSSIBILIDADE DE SER CLASSIFICADO COMO PERIGOSO, PODENDO INCLUIR MATERIAL DE SERVIÇO DE ATENDIMENTO À SAÚDE ANIMAL E DE ANÁLISES E EXAMES LABORATORIAIS RELACIONADOS A ANIMAL; LÂMPADA FLUORESCENTE; PILHAS; BATERIAS; EMBALAGENS DE AEROSSÓIS, ENTRE OUTROS.

os quais, por sua vez, foram superiores (57,8 e 65,9%) aos de 2009 e de 2010 (31,2 e 41,8%). A proporção, relativamente alta, de material reciclável nos resíduos gerados na UFRSA, *Campus Mossoró* evidencia a importância da implantação de coleta seletiva solidária eficiente nos termos do Decreto Federal nº 5.940/2006 (BRASIL, 2006), o que, conseqüentemente, evita que mais resíduos sejam destinados para o aterro sanitário municipal. Nesse con-

texto, Almeida (2012) analisou a caracterização física e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Caçador e no Distrito de Taquara Verde, observando que 23,95% do material que estava sendo destinado ao aterro era passível de reciclagem, e encontrou uma alternativa que poderia ser estudada para prolongar a vida útil do aterro: a implantação de uma usina de triagem.

Tabela 5 - Valores médios da composição gravimétrica por grandes grupos dos resíduos sólidos classe II gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, para distintos dias da semana em amostragens realizadas em 2009, 2010, 2011 e 2012*.

Grandes grupos de resíduos	Composição gravimétrica (%)				
	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Recicláveis ¹	47,5 A	49,3 A	55,1 A	52,8 A	48,9 A
Restos de alimentos	11,2 A	6,2 A	12,3 A	12,6 A	14,6 A
Material potencialmente perigoso ²	1,0 A	0,2 A	1,4 A	0,9 A	0,9 A
Outros ³	40,3 A	44,3 A	31,2 A	33,7 A	35,6 A
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*SEGUNDO O TESTE DE TUKEY, LETRAS IGUAIS NA LINHA NÃO DIFEREM ENTRE SI COM 5% DE PROBABILIDADE; ¹METAL, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO E VIDRO; ²MATERIAL COM POSSIBILIDADE DE SER CLASSIFICADO COMO PERIGOSO, PODENDO INCLUIR MATERIAL DE SERVIÇO DE ATENDIMENTO À SAÚDE ANIMAL E DE ANÁLISES E EXAMES LABORATORIAIS RELACIONADOS A ANIMAL; LÂMPADA FLUORESCENTE; PILHAS; BATERIAS; EMBALAGENS DE AEROSSÓIS, ENTRE OUTROS; ³DEMAIS RESÍDUOS: BORRACHA, COURO MADEIRA, TRAPOS, OSSOS, CERÂMICAS, OUTROS 1 (ISOPOR E EMBALAGENS REVESTIDAS INTERIORMENTE COM LAMINADO, COMO CAIXAS DE SUCO E PACOTES DE BISCOITOS) E OUTROS 2 (MISTURA DE PEDAÇOS RELATIVAMENTE PEQUENOS DE RESTOS DE ALIMENTOS (PRINCIPALMENTE), PLÁSTICO MALEÁVEL E PAPEL HIGIÊNICO).

Tabela 6 - Valores médios da composição gravimétrica por grandes grupos dos resíduos sólidos classe II gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, em amostragens realizadas em 2009, 2010, 2011 e 2012*.

Grandes grupos de resíduos	Composição gravimétrica (%)			
	2009	2010	2011	2012
Recicláveis ¹	31,2 A	41,8 A	57,8 B	65,9 B
Restos de alimentos	33,1 C	14,2 B	4,3 AB	2,7 A
Material potencialmente perigoso ²	0,3 A	0,8 A	1,6 A	0,4 A
Outros ³	35,4 AB	43,2 B	43,2 B	31,0 A
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

*DE ACORDO COM O TESTE DE TUKEY, LETRAS IGUAIS NA LINHA NÃO DIFEREM ENTRE SI COM 5% DE PROBABILIDADE; ¹METAL, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO E VIDRO; ²MATERIAL COM POSSIBILIDADE DE SER CLASSIFICADO COMO PERIGOSO, PODENDO INCLUIR MATERIAL DE SERVIÇO DE ATENDIMENTO À SAÚDE ANIMAL E DE ANÁLISES E EXAMES LABORATORIAIS RELACIONADOS A ANIMAL; LÂMPADA FLUORESCENTE; PILHAS; BATERIAS; EMBALAGENS DE AEROSSÓIS, ENTRE OUTROS; ³DEMAIS RESÍDUOS: BORRACHA, COURO MADEIRA, TRAPOS, OSSOS, CERÂMICAS, OUTROS 1 (ISOPOR E EMBALAGENS REVESTIDAS INTERIORMENTE COM LAMINADO, COMO CAIXAS DE SUCO E PACOTES DE BISCOITOS) E OUTROS 2 (MISTURA DE PEDAÇOS RELATIVAMENTE PEQUENOS DE RESTOS DE ALIMENTOS (PRINCIPALMENTE), PLÁSTICO MALEÁVEL E PAPEL HIGIÊNICO).

Para o grupo restos de alimentos, foi observada uma tendência de diminuição da proporção ao longo do tempo de estudo, cujos resultados relativos a 2009, 2010 e 2012 diferiram estatisticamente entre si. Para material potencialmente perigoso, não houve diferença estatística entre os anos em que foram realizados os estudos, sendo este componente o que se apresentou em menor quantidade em relação aos demais. Para o grupo denominado outros 3, verificou-se uma proporção relativa ao ano de 2009 que

não difere estatisticamente dos demais anos, porém, os resultados dos anos de 2010 e 2011, que não diferiram estatisticamente entre si, diferiram da proporção encontrada no ano de 2012.

Estudo realizado por Moura, Lima e Archanjo (2012) identificou altas concentrações de matéria orgânica, principalmente nas classes mais privilegiadas, apontando o desperdício de alimentos como um fator preocupante. Outros fatores negativos também rela-

tados pelos autores foram os altos índices de sacolas plásticas e fraldas descartáveis dispostas no aterro sanitário, além de uma parcela significativa de bens de consumo duráveis, como roupas, sapatos e equipamentos eletrônicos. Esses mesmos autores desta-

caram ainda que a coleta e a triagem poderiam ser mais rentáveis se a população estivesse consciente de seu papel no gerenciamento correto dos resíduos sólidos e realizasse a segregação e destinação adequada dos seus resíduos.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou informações sobre a composição gravimétrica, bem como o potencial de aproveitamento com reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos sólidos classe II, gerados na UFERSA, *Campus Mossoró*, servindo como ferramenta para melhorias no gerenciamento desses resíduos na instituição.

Considerando as 18 classes adotadas de resíduos e as amostragens realizadas em distintos anos, foi possível observar 4 conjuntos de classes de resíduos. Em cada conjunto, não foi observada diferença estatística entre as classes, com nível de probabilidade de 5%.

Ainda com relação às 18 classes de resíduos, foi verificada uma composição gravimétrica com valores médios de:

- 0 a 3,2% para 11 classes (borracha, couro, madeira, metais ferrosos, metais não ferrosos, trapos, vidros, ossos, cerâmicas, outros 1 e material potencialmente perigoso);
- 3,2 a 5,3% para 2 classes (PET e outros 1);
- 9,0 a 12,1% para 5 classes (restos de alimentos, papel, papelão, plástico rígido e plástico maleável) e
- 30,9% para 1 classe (outros 2).

A partir do agrupamento das 18 classes adotadas de resíduos em 4 grandes grupos (recicláveis, restos de alimentos, material potencialmente perigoso e outros 3), verificou-se que nenhum grande grupo diferiu estatisticamente para os distintos dias da semana e que as maiores proporções (48,9 e 55,1%) foram observadas para o grande grupo de recicláveis. Analisando-se ao longo do período de estudo, verificou-se que, em 2011 e 2012, as maiores proporções foram observadas também para o grande grupo de recicláveis, em relação aos outros três grandes grupos (restos de alimentos, material potencialmente perigoso e outros 3, conforme definido no presente estudo).

A implantação de coleta seletiva solidária eficiente na instituição é requisito básico para que seus resíduos sólidos recicláveis tenham destinação ambientalmente adequada, à luz da PNRS.

Considerando o período de estudo, os resultados indicaram que uma parcela expressiva (48,9 e 55,1%) dos resíduos sólidos gerados na UFERSA é reciclável, os quais, por sua vez, devem ser separados e destinados às associações e às cooperativas de catadores de materiais recicláveis, conforme estabelecido em decreto federal vigente.

REFERÊNCIAS

ABLP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. 2009. Disponível em: <www.ablp.org.br/anexos>. Acesso em: 23 maio 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. *Resíduos sólidos - classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a. 77p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.006. *Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004b. 3p.

ALBUQUERQUE, B.L.; RIZZATTI JUNIOR, G.; RIZZATTI, G.; SARMENTO, J.V.S.; TISSOT, L. Gestão de resíduos sólidos na Universidade Federal de Santa Catarina: os programas desenvolvidos pela Coordenadoria de Gestão Ambiental. In: COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE GESTIÓN UNIVERSITARIA EM AMÉRICA DEL SUR, 10., 2010, Mar del Plata, 2010.

ALMEIDA, R.G. Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares urbanos do município de Caçador-SC, a partir da caracterização física e composição gravimétrica. *Ignis: Revista de Engenharias e Inovação Tecnológica*, v. 1, n. 1, 2012.

AMARAL, S.T.; MACHADO, P.F.L.; PARALBA, M.C.R.; CAMARA, M.R.; SANTOS, T.; BERLEZE, A.L.; FALCÃO, H.L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R.S.; OLIVEIRA, E.R.; BRASIL, J.L.; ARAÚJO, M.A.; BORGES, A.C.A. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 419-423, 2001.

BARBOSA, K.S. Classificação, quanto a periculosidade, de substâncias químicas adquiridas pela UFERSA visando contribuir para a gestão dos resíduos químicos da instituição, RN. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; VERAS JÚNIOR, M.S.; PORTO, M.F.A.; NUCCI, N.L.R.; JULIANO, N.M.A.; EIGER, S. *Introdução à engenharia ambiental - o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2ª ed., 4ª reimpressão. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Decreto nº 5.940*, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2006.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 12.305*, de 2 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. Brasília: Presidência da República, 2010.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J.M. *Dados meteorológicos de Mossoró* (janeiro de 1989 a dezembro de 1990), Mossoró: FGD, 1991. 110p. (Coleção Mossoroense, Série C, 630).

CHEREMISINOFF, N.P. *Handbook of solid waste management and waste minimization technologies*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2003.

COELHO, D.C.L. *Dimensionamento de sistema para recebimento, armazenamento e tratamento de resíduos sólidos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN*. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

CONSONI, J.Â. & PERES, C.S.; CASTRO, A.P. Origem e composição do lixo. In: D'ALMEIDA, M.L.O. & VILHENA, A. (Coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. Cap. 2.

FERREIRA, D.F. *Sistema de análise de variância - SISVAR*. Ver. 4.3. Lavras: UFLA-Departamento de Ciências Exatas, 1999.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa nacional de saneamento básico 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

ISMAIL, Z.Z. & AL-HASHMI, E.A. Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement. *Waste Management*, v. 28, n. 11, p. 2041-2047, 2008.

MONTEIRO, J.H.P.; FIGUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F. de; BRITO, J.C.X.; ALMEIDA, T.P.F.; MANSUR, G.L. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

MOURA, A.A.; LIMA, W.S.; ARCHANJO, C.R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso - município de Itaúna- MG. *SynThesis Revista Digital FAPAM*, n. 3, p. 4-16, 2012.

NUCASE – NÚCLEO SUDESTE DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL. Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos. Guia do profissional e treinamento. Nível 2. Belo Horizonte: ReCESA, 2007. 96p.

SILVA, J.F. & DOMBROSKI, S.A.G. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, RN. *In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15. Anais eletrônicos...* Belo Horizonte: ABES, 2012.

UFERSA – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. *Plano de gerenciamento de resíduos sólidos - PGRS-UFERSA*. Mossoró: UFERSA, 2010. (Comissão para confecção do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da UFERSA/2009, Portaria UFERSA/GAB nº 336/2009).

UNITED STATES AGENCY PROTECTION ENVIRONMENTAL (USEPA). *Solid waste management: a local challenge with global impacts*. EPA530-F-02-026 (5306W). USEPA, May, 2002.