

Análise da produção e taxa de geração de resíduos sólidos de serviços de saúde do Hospital Universitário Regional de Maringá

Lucila Akiko Nagashima^{1*}, Carlos de Barros Junior¹ e Carlos Edmundo Rodrigues Fontes²

¹Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: lucilanagashima@uol.com.br

RESUMO. Os resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS) representam reduzida parcela do total dos resíduos sólidos urbanos gerados diariamente por uma cidade. Considerando a própria origem, parte desses resíduos apresenta riscos e dificuldades especiais em seu manejo, devido especialmente ao caráter infeccioso de alguns componentes. Estas constatações associadas à necessidade de conhecer a situação dos RSSS do Hospital Universitário Regional de Maringá motivaram a elaboração do estudo. A pesquisa buscou identificar as diferentes fontes geradoras, caracterizar qualitativa e quantitativamente os resíduos gerados determinando a taxa de geração diária. A caracterização foi efetuada mediante a pesagem dos resíduos, acompanhamento das atividades internas do hospital, quanto aos procedimentos de coleta, armazenamento interno e externo e transporte de seus resíduos sólidos. Constatou-se que do total de resíduos gerados, cerca de 53% são considerados contaminados, percentual creditado como não-satisfatório para uma parcela significativa de bibliografia consultada.

Palavras-chave: resíduos sólidos de serviços de saúde, fonte geradora, taxa de geração, gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, massa específica de RSSS.

ABSTRACT. Production analysis and generation rate of solid health-care waste at Maringá Regional University Hospital. Solid health-care waste (SHCW) represents only a small fraction of the total urban solid waste generated daily in a city. Taking its origin into consideration, part of this waste presents risks and special difficulties in handling, especially due to the infectious aspects of some components. The elaboration of study was motivated by these findings, associated with the need to find out the conditions of the SHCW from the Maringá Regional University Hospital. The research attempted to identify the different generating sources, quantifying and qualifying the generated waste, and determining the daily generated rate. The characterization was done by weighing the waste, observing internal hospital activities regarding collection procedures, internal and external storage and transportation of the waste. It was verified that from the total generated waste, around 53% is considered contaminated, which is regarded as non-satisfactory by a significant part of the consulted bibliography.

Key words: solid health-care waste, generation source, generation rate, health care waste management, specific mass of SHCW.

Introdução

Os resíduos sólidos têm sido encarados na atualidade como um dos grandes problemas da sociedade moderna, cujo modelo de vida adotado privilegia a produção de bens de consumo de uso único, com conseqüência direta na geração de mais e mais resíduos diariamente. A problemática dos resíduos sólidos acentua-se na medida em que se leva em conta a heterogeneidade e o volume de resíduos gerados, caracterizando diferentes níveis de risco, tanto para os trabalhadores que os manejam, como para a população e ao ambiente. Incluem-se

nos resíduos sólidos, chamados especiais, os resíduos denominados de serviços de saúde, que apresentam características específicas, com risco potencial no seu manejo rotineiro ou eventual. Esse risco potencial se apresenta tanto pela presença de materiais contaminados, como pela presença de perfurocortantes, além de materiais inflamáveis, radioativos, corrosivos e explosivos, que sofrem modificações agressivas dependendo do tratamento a que são submetidos (Salomão *et al.*, 2004).

Assim, a gestão adequada dos resíduos sólidos de

serviços de saúde constitui-se num dos grandes desafios a ser enfrentado dentro da problemática do saneamento ambiental. No Brasil, de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), são coletadas, diariamente, 228.413 toneladas de resíduos. Em geral, estima-se que 1% desses resíduos corresponda aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), totalizando aproximadamente 2300 toneladas diárias. Ainda, segundo dados do IBGE, 74% dos municípios brasileiros depositam o “lixo hospitalar” a céu aberto, 57% separam os resíduos nos hospitais e apenas 14% dos municípios efetuam o tratamento adequado dos RSS. Esses dados indicam que a preocupação brasileira com a gestão e tratamento de RSS é ainda incipiente quando comparada aos resíduos domiciliares.

Os resíduos hospitalares e afins, que a partir de 1987 receberam a denominação de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS), proposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), englobam todos os resíduos gerados em qualquer serviço prestador de Assistência Médica, Sanitária ou estabelecimentos congêneres, logo, provenientes de hospitais, unidades ambulatoriais, clínicas e consultórios médicos e odontológicos, laboratórios de Análises Clínicas e Patológicas, farmácias, bancos de sangue e de leite, clínicas veterinárias, instituições de ensino na área de saúde, entre outros.

Os RSSS apresentam características particulares, em função da área em que são gerados: no setor administrativo, no setor de atendimento ao público ou na cozinha são diferenciados daqueles produzidos no setor de isolamento, no centro cirúrgico ou no banco de sangue. A heterogeneidade na composição e classificação e os riscos decorrentes merecem atenção quanto ao manejo intra-unidade e ao destino final, pois representam riscos ocupacionais e de infecção hospitalar, principalmente se descartados de maneira inadequada no solo (Salomão *et al.*, 2004).

A polêmica em torno dos Resíduos de Serviços de Saúde refere-se principalmente ao risco de transmissão de doenças infecto-contagiosas ou infecciosas (Andrade, 1997 *apud* Salomão *et al.*, 2004). Porém, há alguns autores que consideram exagerada a preocupação com os resíduos hospitalares (Rutala e Mayhall, 1992; Zanon, 1990 *apud* Garcia e Zanetti-Ramos, 2004) argumentando que os RSSS não constituem risco infeccioso para a comunidade e o ambiente, uma vez que não há evidências científicas que comprovem a existência

de relação causal entre o contato com o resíduo e a aquisição de doenças. Por outro lado, há autores que são favoráveis ao tratamento diferenciado dos RSSS por considerarem que esses resíduos apresentam riscos para a saúde do trabalhador, para a saúde pública e para o ambiente (Rego, 1993; Bertussi Filho, 1998 *apud* Salomão *et al.*, 2004). Frente a isso, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicou a Resolução RDC nº 33/2003 (atualizada pela RDC nº 306/2004), com o objetivo de uniformizar o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em nível nacional (Anvisa, 2003 e 2004).

Assim, para a adoção de um efetivo plano de gerenciamento de RSSS em um hospital, deve-se contemplar um estudo de caracterização e classificação do resíduo gerado, independente de sua natureza. E, para a adequada segregação, é necessária a classificação desses resíduos. Assim, diferentes classificações foram propostas por inúmeras entidades, incluindo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), entre outras.

A classificação dos RSS, proposta pela Resolução nº 358/2005 do Conama e Resolução RDC nº 306/2004 da Anvisa, divide os resíduos de serviços de saúde em cinco grupos:

Grupo A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

Grupo B: resíduos que contêm substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

Grupo C: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEM e para os quais a reutilização é imprópria ou não-prevista.

Grupo D: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, todos os utensílios de vidro quebrado no laboratório e outros similares.

O presente trabalho tem por finalidade discutir os aspectos referentes ao gerenciamento interno de resíduos, quantificar e qualificar os resíduos gerados pelo HUM. Buscou-se, ainda, a determinação de índices do tipo: massa específica, massa de

resíduo/leito.dia, massa de resíduo/leito ocupado.dia, massa de resíduo/funcionário.dia. Os resultados obtidos subsidiaram a elaboração e a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde do HUM, cujas regras relativas ao gerenciamento foram estabelecidas na Resolução RDC 306/2004 (Anvisa, 2004) e na Resolução 358/2005 (Conama, 2005), em que todos geradores de RSS têm a obrigatoriedade de adequar aos novos procedimentos. Tal compromisso se baseia no princípio da responsabilidade “do berço ao túmulo”, considerando que os serviços de saúde são responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os resíduos por ele gerados, atendendo às normas e exigências legais, desde o momento de sua origem até a disposição final.

Material e métodos

A coleta de dados no HUM foi realizada no período de março de 2003 a junho de 2004.

A definição por este estabelecimento gerador de RSS fundamentou-se, principalmente, no seguinte:

a) constatação de que, entre as características gerais do hospital havia grande variação em suas atividades, pois são oferecidos todos os tipos de assistência médica aos pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) e, também, porque o HUM cumpre com a vocação de ensino e pesquisa;

b) verificação de ser um hospital público estratégico para Maringá e região, para onde convergem pacientes de aproximadamente 30 municípios.

Isto posto, convém salientar que, para coleta de dados, houve a necessidade de desdobrar o trabalho em: contatos preliminares, estabelecimento do programa de treinamento e sensibilização, estabelecimento do protocolo de pesagem dos resíduos.

Contatos preliminares

Consistiram de reuniões com membros do hospital, professores e acadêmicos bolsistas do curso de graduação em Engenharia Química e voluntários para definição dos objetivos e das etapas a serem desenvolvidas.

Estabelecimento do programa de treinamento e sensibilização

A etapa de treinamento, que teve duração de oito horas, envolveu aproximadamente 400 servidores do Hospital Universitário, subdivididos em grupos, procedendo a esclarecimentos sobre “Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde”, e

discussão sobre as Resoluções 283/2001 do Conama e RDC 33/2003 da Anvisa (hoje, revista e atualizada para RDC 306/2004). Paralelamente, efetuou-se uma sensibilização por meio de palestras, fixação de cartazes e distribuição de folhetos, destacando a importância da mobilização e inclusão de todos na tomada de decisões, para melhoria de suas condições de trabalho. Nesta etapa, dois funcionários também receberam orientações específicas para efetuar a pesagem dos RSSS.

Estabelecimento do protocolo de medições (pesagens)

A quantificação dos resíduos selecionados, por fonte geradora e a pesagem de resíduos selecionados e acondicionados pelo serviço de limpeza, realizou-se em três períodos: 5 a 11 de maio de 2003 (sete dias), 17 a 24 de novembro de 2003 (oito dias) e 14 a 21 de junho de 2004 (oito dias).

O processo consistiu em uma separação absoluta durante 24 horas e as pesagens efetuadas duas vezes ao dia: 8h30min e 16 h. Para tanto, foi utilizada uma balança industrial, marca Perfecta, modelo plataforma, com precisão de 100 g. A metodologia empregada procurou quantificar os resíduos em termos de massa (kg).

Para a avaliação da massa específica primeiramente, foi determinado o peso de três tambores vazios, com capacidade de 200 litros cada. Completou-se cada recipiente com os resíduos sem fazer pressão, porém, procurando não deixar espaços vazios entre os mesmos, realizando-se então a nova pesagem. Pela diferença das duas pesagens, obteve-se a massa dos RSSS contida em 200 litros. Determinou-se a massa específica, em kg m^{-3} , por meio da razão entre a massa (kg) e o volume (m^3) dos RSSS, ou seja:

$$\text{massa específica} = \frac{\text{massa (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}} \quad (1)$$

ou

$$\text{massa específica} = \frac{\text{peso líquido do resíduo (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

em que, peso líquido do resíduo (kg) = peso do tambor cheio (kg) – peso do próprio tambor (kg).

A Figura 1 ilustra a seqüência das atividades realizadas na operação de caracterização do RSSS.

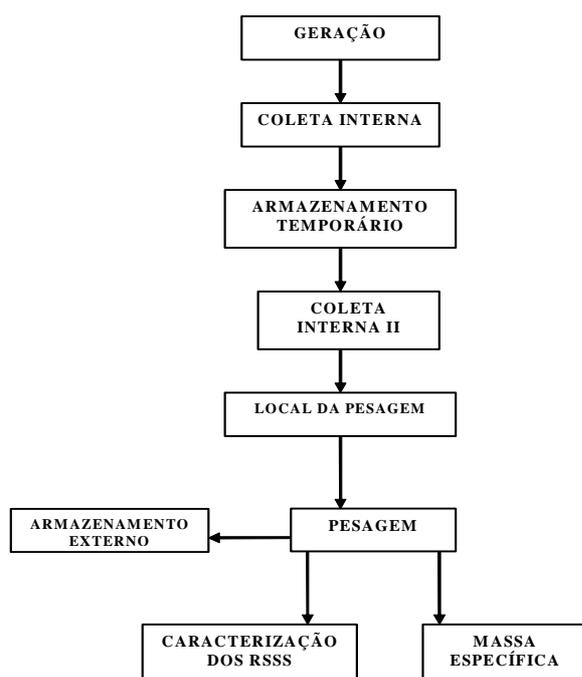


Figura 1. Seqüência das atividades realizadas na operação de caracterização do RSSS.

Resultados e discussão

Manejo dos resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS)

Durante a fase de observação, coletaram-se informações relativas ao gerenciamento interno dos RSSS, cujas características mais relevantes foram agrupadas na Tabela 1, considerando-se a Resolução RDC 306/2004 (Anvisa, 2004).

Tabela 1. Características do gerenciamento interno dos RSSS do HUM.

Étapas	RDC 306/2004 (Anvisa)
Geração	Resíduos dos grupos A, B, D e E
Segregação	Ocorre segregação na origem
Acondicionamento	Ocorre
Coletas internas I e II	Ocorrem (em média três vezes ao dia)
Transportes internos I e II	Ocorrem
Armazenamento interno	Ocorre parcialmente
Tratamento interno	Ocorre parcialmente
Armazenamento externo	Ocorre parcialmente

A Tabela 2 apresenta a forma de acondicionamento adotada pelo HUM para os diferentes grupos de resíduos gerados na instituição.

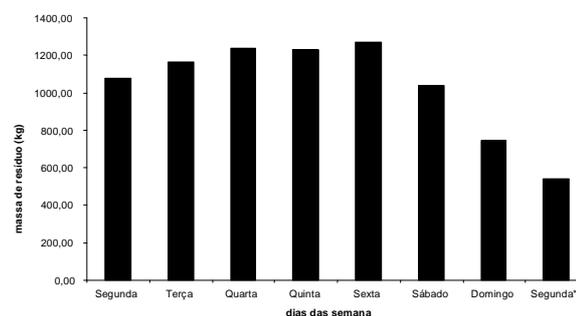
Tabela 2. Forma de acondicionamento dos resíduos gerados no HUM.

Resíduos (classificação)	Acondicionamento
Grupo A – infectantes	Saco branco leitoso com símbolo infectante
Grupo B – químicos	Recipiente rígido
Grupo C – radioativos	Não gera resíduos desse grupo
Grupo D – comum reciclável	Saco azul
Grupo D – comum não reciclável	Saco preto
Grupo E – perfurocortantes	Recipiente rígido (Descartex [®])

Os sacos plásticos preto e branco estão contidos em recipiente de material lavável, resistente à punctura e vazamento, com tampa provida de sistema de abertura sem contato manual. Somente os sacos de cor azul, para acondicionamento de material reciclável, estão contidos em “cestos de lixo sem tampa”.

Caracterização dos resíduos sólidos de serviços de saúde

Para a caracterização dos resíduos foram efetuadas três pesagens nos seguintes períodos: 05 a 11 de maio de 2003, 17 a 24 de novembro de 2003 e 14 a 21 de junho de 2004. A Figura 2 ilustra a geração total dos resíduos durante o período das quantificações.



*Somente as duas últimas pesagens.

Figura 2. Geração total dos resíduos nas três campanhas de pesagens.

Observa-se que a geração de resíduos não foi constante ao longo da semana. Em determinados dias da semana, nota-se produção superior aos demais dias. Nesses dias, observou-se maior geração ocasionada pelo incremento no número de pacientes atendidos e internamentos ocorridos. O número de pacientes atendidos no dia anterior incide no total de resíduos do dia seguinte, uma vez que a pesagem efetuada no período matutino refere-se àqueles gerados no final do dia anterior e no início da manhã seguinte.

Na Figura 3, são apresentados os resíduos sépticos e assépticos gerados durante as três campanhas de pesagens.

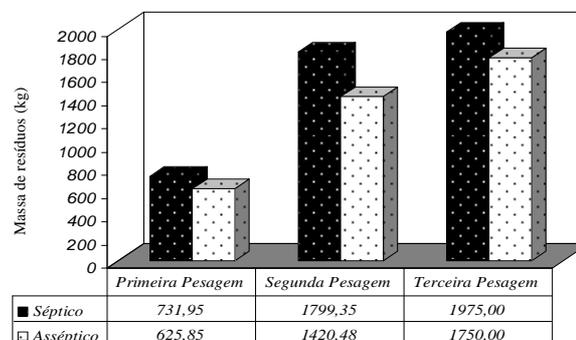


Figura 3. Geração de resíduos sépticos e assépticos nas três campanhas de pesagens.

Observa-se que a geração de RSSS foi aumentando pesagem a pesagem, na medida em que a capacidade operacional do HUM foi, também, ampliando. Durante a primeira pesagem (maio de 2003), o HUM contava com 104 leitos, na segunda pesagem (novembro de 2003) a instituição já havia ampliada uma área de 2685 m² destinadas ao Pronto Socorro e Unidade de Terapia Intensiva. Assim, o atendimento passou a ser 24 horas para urgências e emergências e a UTI adulto ampliou o número de leitos de quatro para oito. Já na terceira pesagem (junho de 2004), o HUM contava com a UTI Pediátrica com seis leitos. O crescimento da capacidade operacional acarretou um aumento na geração de resíduos. Assim, de 1357,80 kg (193,97 kg dia⁻¹) de resíduos gerados durante a primeira pesagem saltou para 3219,83 kg (429,32 kg dia⁻¹) na segunda pesagem e para 3725,00 kg (496,67 kg dia⁻¹) na terceira pesagem, aproximadamente. Os dados levantados permitem destacar que a produção média diária de resíduos do HUM foi de 373,32 kg. Desse total, 53% são resíduos sépticos e os 47% são classificados como assépticos. Se forem consideradas somente as duas últimas pesagens, por serem mais representativas uma vez que retratam a condição atual do HUM, verifica-se que a geração diária atingiu o valor de 463 kg, evidenciando um acréscimo de 89,67 kg na quantidade de resíduos gerados diariamente. No entanto, não se observou a variação no percentual dos resíduos sépticos e assépticos.

Autores como Santos *et al.* (1999) e Schneider *et al.* (2003) estimaram que de 10 a 40% dos resíduos gerados nas unidades de saúde podem ser classificados como perigosos, dada a sua natureza infectante. Porém, os resultados obtidos em nossa pesquisa destacam elevada porcentagem de resíduos sépticos, quando comparados a outros estabelecimentos de saúde. Diferentes razões apontam para a alta porcentagem dos mesmos. Um dos fatores seria a forma de gerenciamento adotada pela instituição que é baseada na gestão clássica em que quase a totalidade dos RSSS é considerada contaminada. A instituição considera como sépticos todos os resíduos sólidos e materiais provenientes das áreas críticas e semicríticas e também os resíduos alimentares resultantes das sobras utilizadas por pacientes. Além disso, a utilização de sacos plásticos com cores distintas não tem garantida, ainda, a segregação eficiente, ou seja, há uma “reduzida mistura” entre os diferentes tipos de resíduos, o que pode explicar, pelo menos em parte, a elevada porcentagem de resíduos infectantes.

A geração de, aproximadamente, 53% de resíduos

contaminados pelo HUM não é um caso típico, pois encontra-se na literatura casos semelhantes ao da presente pesquisa. Akutsu e Hamada (1993) *apud* Orofino (1996) relatam que 46,9% dos resíduos gerados são considerados sépticos e 53,1% são não sépticos para 17 hospitais de Porto Alegre. Lupatini (1999) cita o caso do Hospital San Rafael de Tunja (Colômbia), com 206 leitos que gerou 56,55% de resíduos contaminados, 9,12% de materiais recicláveis e 34,33% de matéria orgânica. A Tabela 3 apresenta os resultados referentes à produção de RSSS por setor de geração do estabelecimento de saúde.

Tabela 3. Distribuição setorial dos RSSS do HUM.

Setores do HUM	RSSS gerados
Cozinha/refeitório/NDI*	21%
Pronto Socorro	20%
UTI adulto e pediátrico	7%
Centro Cirúrgico	6%
Ambulatório	6%
Clínica Cirúrgica	5%
Clínica Médica	5%
Hemocentro	4%
UTI Neonatal	4%
Pediatria	4%
Ginecologia e Obstetrícia	3%
Lavanderia	3%
Outros	10%
Sem identificação	2%

*Nutrição e dietética.

Pode-se observar que a cozinha/refeitório/NDI juntamente com o Pronto Socorro contribuem com a maior porcentagem de resíduos gerados, sendo imediatamente seguidas por UTI adulto e pediátrico, Centro Cirúrgico e Ambulatório. Observa-se, ainda, a geração de 2% de resíduos sem identificação, apesar das orientações dadas a todas as fontes geradoras para a etiquetagem das embalagens. Os resultados obtidos apresentaram coerência com as atividades desenvolvidas nesses setores e, também, quando comparados com os resultados de outros pesquisadores. Soares *et al.* (1997), em seu trabalho de quantificação dos RSSS no Hospital Universitário de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, destacaram a Cozinha (45,1%) e Centro Cirúrgico (4,95%) como as maiores fontes geradoras.

O percentual de resíduos gerados, no Centro Cirúrgico na presente pesquisa (6,0%) é superior aos valores encontrados por Machado Júnior e Sobral (1988) e por Mattoso (1996) que correspondem, respectivamente, a 3,14 e 4,00%. Porém, a contribuição de 7,0% dos resíduos gerados nas UTIs (adulto e pediátrica) coincide com o valor encontrado por Mattoso (1996) na Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, Estado de São Paulo, que também foi de 7,0%.

Na Tabela 4, é apresentada a distribuição percentual dos RSSS no HUM em grupos e a sua geração média diária.

Tabela 4. Distribuição percentual dos RSSS em grupos e a geração média diária.

Resíduos	Distribuição percentual	Geração diária
	(%)	(kg dia ⁻¹)
Grupo A	49,0	189,23
Grupo B	1,0	3,33
Grupo D – reciclável	9,0	31,36
Grupo D – não reciclável	37,0	137,38
Grupo E	4,0	12,03

Observa-se que há 53% dos resíduos infectantes (grupos A e E) que totalizam aproximadamente 202 kg dia⁻¹. Estes grupos de resíduos requerem tratamento adequado, oferecem maior risco no manuseio e causam maiores impactos ambientais. São reciclados cerca de 9,0% dos resíduos gerados no HUM, porém esta cifra pode ser incrementada com a reciclagem dos materiais como: copos plásticos, latas, vidros, entre outros. Desde que feita uma segregação adequada, parte dos RSSS poderá ser reciclada, trazendo de volta ao ciclo produtivo, materiais que seriam descartados, utilizando-os na produção de novos objetos. Certamente, para isso, a segregação é o ponto fundamental dos princípios que orientam o gerenciamento de resíduos: reduzir, reaproveitar e reciclar. Apenas uma parcela significativa é potencialmente infectante, contudo, se ela não for segregada corretamente, todos os resíduos que a ela estiverem misturados deverão ser tratados como potencialmente infectantes, exigindo procedimentos especiais para o acondicionamento, coleta, transporte e disposição final, elevando assim os custos do tratamento desses resíduos.

A Tabela 5 apresenta os setores do HUM que contribuem majoritariamente na geração dos resíduos infectantes (grupo A), químicos (grupo B), comuns (grupo D) e perfurocortantes (grupo E).

Tabela 5. Fontes geradoras dos RSSS classificados por grupos.

Resíduos (grupos)	Maiores fontes geradoras
A (infectantes)	Pronto Socorro (33,11%), UTI (16,34%), Centro Cirúrgico (8,37%), Ambulatório (5,35%), Clínica Cirúrgica e Médica (5,42% cada).
B (químicos)	Radiologia (68,67%)
D (comuns)	Cozinha/refeitório/NDI (46,74%), Pronto Socorro (7,32%), Ambulatório (5,26%)
E (perfurocortantes)	Hemocentro (36,52%), Pronto Socorro (11,02%), UTI (9,68%), Ambulatório (9,45%)

Pode-se observar que diversos setores da instituição de saúde contribuem na geração de resíduos do grupo A, notadamente o Pronto Socorro pelo tipo de atividades desenvolvidas nesse setor, onde há maior concentração de pacientes atendidos (urgências e emergências). A radiologia é o setor onde há maior geração de resíduos químicos (grupo B) constituídos principalmente por filmes de Raios

X. A cozinha/refeitório/NDI é o setor que mais gera resíduos do grupo D. São os restos de preparo de alimentos e os restos alimentares advindo do refeitório que somam o percentual de 46,74%. Já, os resíduos do grupo E, conhecidos como resíduos perfurocortantes, são gerados em maior proporção no Hemocentro, setor do estabelecimento ligado diretamente às atividades de coleta, fracionamento e análise sorológica de sangue, distribuição de sangue e hemoderivados ao próprio HUM, aos hospitais de Maringá e região.

Taxa de geração

De acordo com levantamento bibliográfico, verifica-se que é comum a quantificação dos RSSS com base na taxa de geração, por leito de hospital, por número de funcionários. Assim, a partir do valor encontrado para os resíduos totais diários, resultantes das três pesagens (374,00 kg), determinou-se a taxa de geração média de resíduo/leito.dia e resíduo/leito ocupado.dia considerando-se uma disponibilidade de 109 leitos e uma média de 81 leitos ocupados nos períodos das pesagens. Determinou-se, também, a taxa de geração média de resíduo/funcionário.dia, considerando-se a média de 836 funcionários. Os valores encontrados foram: 3,44 kg resíduo/leito.dia; 4,61 kg resíduo/leito ocupado.dia e 0,45 kg resíduo/funcionário.dia.

O valor da taxa de geração de 3,44 kg de resíduo/leito.dia é superior aos encontrados por Mattoso (1996), de 1,07 kg resíduo/leito.dia, Rosado *et al.* (2000) e Schneider *et al.* (2003), cujos valores foram 2,60 kg resíduo/leito.dia para 17 hospitais da cidade de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, e 2,89 kg resíduo/leito.dia para Hospital conveniado de Caxias do Sul (RS), respectivamente. Porém, é inferior ao valor encontrado por Rutala *et al.* (1989), cujo valor médio foi de 6,93 kg resíduo/leito.dia para vários hospitais americanos.

Segundo Lima e Castro (1995), as taxas de geração variam de 1,40 a 4,63 kg resíduo/leito.dia, independente do porte de hospital, considerando somente os hospitais como hospital geral. Kassega e Mato (1997) encontraram valores de 5,80 kg resíduo/leito.dia para Aga Khan Hospital (Tanzânia) que é uma instituição pública com 88 leitos.

Soares *et al.* (1997) determinaram as seguintes taxas de geração: 4,57 kg resíduo/leito.dia; 3,47 kg resíduo/leito ocupado.dia e 0,56 kg/funcionário.dia para o Hospital Universitário da cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, mantido pela Universidade Federal de Santa Catarina, com 246 leitos disponíveis e 187 ocupados. Comparativamente, os dados obtidos na

presente pesquisa são semelhantes aos resultados obtidos por Soares *et al.* (1997). O leito é uma unidade de referência dos hospitais, no entanto, em se tratando de RSSS, a representação em termos de leito ocupado aumenta a margem de segurança, pela melhor representatividade na utilização dos resultados obtidos (Soares *et al.*, 1997).

Massa específica

A estimativa da massa específica dos resíduos foi efetuada conforme abordado na metodologia. Somente para a determinação da massa específica dos perfurocortantes (grupo E) utilizou-se o volume do próprio acondicionador (caixa de papelão). Aplicando as equações (1) e (2), determinou-se a massa específica dos resíduos da segunda e terceira pesagens, constantes na Tabela 6. Foram obtidos os valores de 85,87 kg m⁻³ (segunda pesagem) e 81,65 kg m⁻³ (terceira pesagem). A massa específica dos RSSS do HUM foi determinada como a média aritmética desses valores: 83,76 kg m⁻³.

Tabela 6. Massa específica dos RSSS gerados pelo HUM (duas últimas pesagens).

Pesagem	Grupo A (kg m ⁻³)	Grupo D reciclável (kg m ⁻³)	Grupo D não reciclável (kg m ⁻³)	Grupo E (kg m ⁻³)	Média (kg m ⁻³)
Segunda	65,50	35,30	65,15	177,53	85,87
Terceira	63,10	35,10	71,70	156,70	81,65
Média	64,30	35,20	68,43	167,12	83,76

Verifica-se pela Tabela 6 que existe variação na massa específica dos resíduos, em função das características de cada grupo. O menor valor médio observado foi de 35,20 kg m⁻³ correspondentes ao grupo D reciclável gerados em diversos setores do HUM, o que é compatível com os tipos de componentes (papel, papelão e plásticos, principalmente) que incidem em pouco peso e muito volume. Os resíduos do grupo E apresentaram valor médio mais elevado (167,02 kg m⁻³), em relação a todos os resíduos. Certamente, para este resultado contribuíram as quantidades de ampolas e especialmente, dos vidros quebrados e metais que são os principais constituintes deste grupo.

A média final obtida (83,76 kg m⁻³) pode ser considerada baixa em relação aos valores encontrados na literatura, como as do pesquisador Ferreira (2000) que determinou os seguintes valores: 121,0 kg m⁻³ e 154,0 kg m⁻³ para duas instituições de saúde da cidade do Rio de Janeiro, excetuando o resultado obtido por Andrade (1997), cuja medida foi um pouco reduzida (43,17 kg m⁻³). Porém, é uma medida que se assemelha aos valores determinados por Akutsu (1992) e Santos *et al.* (1999), cujos

valores foram 87 kg m⁻³ (para hospitais de quatro municípios paulistas) e 84 kg m⁻³ (para três hospitais da cidade de Campo Grande), respectivamente.

Essa variação no valor da massa específica encontrada por diversos pesquisadores é marcadamente determinada pelo tipo de estabelecimento, da metodologia e dos procedimentos de caracterização, tais como: a medição dos veículos coletores, medição de resíduos em recipientes com resíduos embalados em sacos plásticos, medição de resíduos em recipientes com resíduos soltos, da sazonalidade, da organização da empresa coletora, entre outros fatores.

Conclusão

O Hospital Universitário Regional de Maringá desenvolve um sistema de gerenciamento de RSSS indicado pelos procedimentos: segregação na origem e acondicionamento diferenciado de resíduos perfurocortantes; autoclavagem das culturas microbiológicas e resíduos infectantes, acondicionamento diferenciado para resíduos comuns e infectantes e prática de separação de material reciclável, principalmente papel e papelão.

Constatou-se que do total de resíduos gerados nesse estabelecimento em termos de média global, cerca de 53% são considerados resíduos contaminados (biológicos, químicos e perfurocortantes), percentual creditado como elevado para uma parcela significativa de bibliografia encontrada na literatura.

A taxa de geração de RSSS por leito é o parâmetro quantitativo mais citado na literatura, sendo de 3,44 kg resíduo/leito.dia e 4,61 kg resíduo/leito ocupado.dia os valores encontrados na presente pesquisa, comparativamente com os dados da bibliografia são considerados resultados compatíveis com a característica do hospital (HUM). Há um número significativo de setores de geração de resíduos infectantes, porém o Pronto Socorro e o Ambulatório apresentam uma taxa de geração mais elevada em virtude do número de pacientes atendidos. A radiologia é o setor onde há maior geração de resíduos químicos (grupo B) constituídos principalmente por filmes de Raios X. A cozinha/refeitório/NDI é o setor que mais gera resíduos do grupo D, constituídos principalmente por restos de preparo de alimentos e os restos alimentares advindo do refeitório que somam o percentual de 46,74%. Já, os resíduos do grupo E, conhecidos como resíduos perfurocortantes, são gerados em maior proporção no Hemocentro por ser um setor ligado diretamente às atividades de coleta, fracionamento e análise sorológica de sangue, distribuição de sangue e hemoderivados ao próprio

HUM, aos hospitais de Maringá e região.

A triagem dos resíduos necessita de um aperfeiçoamento para atingir uma qualidade aceitável, de forma a minimizar a geração de resíduos contaminados e otimizar a reciclabilidade dos gerados. Porém, como afirma Salomão *et al.* (2004), o objetivo primordial da segregação não é apenas diminuir a quantidade de resíduos infectantes que necessitam de tratamento para sua disposição final, mas, sobretudo desenvolver a cultura organizacional de segurança e não desperdício.

Referências

- ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807: Resíduos de serviços de saúde – terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- AKUTSU, J. *Resíduos de serviços de saúde: proposições de metodologia para análise de alternativas de sistemas de tratamento*. 1992. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.
- ANDRADE, J.B.L. *Análise do fluxo e das características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos de serviços de saúde: proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares*. 1997. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- ANVISA–Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2003. RDC n°. 33/2003, “Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde”. *Diário Oficial da União*, 5 mar. 2003. Disponível em: <<http://www.ifcc.org/ria/div/RDC33.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2003.
- ANVISA–Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2004. RDC-306/2004, “Dispõe sobre o regulamento Técnico para o Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde”. *Diário Oficial da União*, 22 dez. 2004. Disponível em <<http://www.ifcc.org/ria/div/RDC306.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2006.
- CONAMA–Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução n° 358/2005. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.html>>. Acesso em: 20 dez. 2006.
- FERREIRA, J.A. Gerenciamento e destino final de resíduos de serviços de saúde. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro: ABES, 2000. p. 1717-1723.
- GARCIA, L.P.; ZANETTI-RAMOS, B.G. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2004.
- IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB 2002, limpeza urbana e coleta do lixo*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2003.
- KASSEGA, G.R.; MATO, R.R.A.M. A study on problems of management of medical solid in Dar es Salaam and their remedial measures. *Resour. Conserv. Recy.*, Tanzânia, v. 21, p. 1-16, 1997.
- LIMA E CASTRO, V.L.F. *Proposta de modelo de gerenciamento interno de resíduos de serviços de saúde – Centro Médico – Campinas, SP*. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- LUPATINI, G. *Avaliação e implementação de manejo para os resíduos de serviços de saúde San Rafael de Tunja*. Tunja: Fundação Universitária de Boyacá, Faculdade de Ciências e Engenharia, 1999.
- MACHADO JUNIOR, M.C.; SOBRAL, G.M. Resíduos sólidos hospitalares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMPEZA PÚBLICA, 1.; CONGRESSO PAN-AMERICANO DE LIMPEZA PÚBLICA, 3., 1988. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Cetesb, 1988.
- MATTOSO, V.D.B. *Classificação, quantificação e análise microbiológica dos resíduos de saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos*. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.
- OROFINO, F.V.G. *Aplicação de um sistema de suporte multicritério Saaty for Windows na gestão dos resíduos sólidos de serviços de saúde: caso do Hospital Celso Ramos*. 1996. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- REGO, R.C. Avaliação da prática usual da disposição de resíduos de serviços de saúde em valas com uso de cal. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE RESÍDUOS HOSPITALARES, 1., 1993, Cascavel. *Anais...* Cascavel: Paraná - RESIDOSPITALAR, 1993. p. 6-8.
- ROSADO, R.M. *et al.* Caracterização quantitativa dos resíduos recicláveis de hospitais de Porto Alegre, encaminhados à coleta seletiva realizada pelo DMLU. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000. p. 1-8.
- RUTALA, W.A.; MAYHALL, C.G. Position paper: medical waste. *Infect. Cont. Hosp. Ep.*, v. 13, p. 38-48, 1992. Disponível em: <<http://www.shea-online.org/pdfs/Med-Waste92.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2004.
- RUTALA, W.A. *et al.* Management of infectious waste by US hospitals. *J. Am. Med. Assoc.*, Chicago, v. 262, n. 12, p. 1635-1640, 1989.
- SALOMÃO, I.S. *et al.* Segregação de resíduos de serviços de saúde em centros cirúrgicos. *Eng. Sanit. Amb.*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 1995-2001, 2004.
- SANTOS, J.F. *et al.* Produção e destino dos resíduos sólidos de serviços de saúde em Campo Grande. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 1995-2001.
- SCHNEIDER, V.E. *et al.* A influência da sazonalidade na geração de resíduos de serviços de saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA

SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville. *Anais...* Joinville: ABES, 2003. p. 10-19.

SOARES, S.R. *et al.* Diagnóstico da produção de resíduos de serviços da saúde: estudo de caso: Hospital Universitário Florianópolis, SC. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 19., 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do

Iguaçu: ABES, 1997. p. 1783-1789.

Received on May 04, 2007.

Accepted on July 10, 2007.