

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE PLANALTINA

LUIS FELIPE LINO ROCHA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL**

PLANALTINA - DF

2012

LUIS FELIPE LINO ROCHA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Gestão Ambiental,
como requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Carolina Lopes Araújo

Planaltina – DF

2012

LUIS FELIPE LINO ROCHA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 05 de Outubro de 2012.

Profa. MSc. Carolina Lopes Araújo – FUP/UnB

Profa. Dra. Elaine Nolasco Ribeiro – FUP/UnB

Prof. Dr. Philippe Pomier Layrargues – FUP/UnB

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão pelos alicerces que são em minha vida, a segurança familiar sempre me possibilitou aventurar por diversas áreas profissionais e de estudo na temática de meio ambiente.

Aos meus amigos pelo tempo despendido em função de meus receios acerca do projeto e elaboração do presente trabalho de conclusão de curso. Acima de tudo, a estes também sou grato pela amizade que tornou cada dia de estudo e trabalho suportáveis, sem contar nas diversas aventuras e desventuras vividas que levarei eternamente comigo.

A todos os docentes e colegas envolvidos neste processo de aprendizagem que foi a graduação em Gestão Ambiental, em especial à minha orientadora, professora Carolina Lopes Araújo, pela sua dedicação e empenho na orientação desta monografia.

RESUMO

A industrialização, o desenvolvimento de tecnologias e produtos, o crescente comércio e o consumo desmedido, aliados ao constante aumento populacional, elevaram exponencialmente o volume de resíduos sólidos urbanos produzidos pela sociedade. A geração de resíduos de serviços de saúde acompanhou esse crescimento pelo aumento do acesso aos serviços de saúde.

Esta tipologia de resíduo se distingue das demais pelo alto potencial de periculosidade que pode estar associado ao risco biológico, caráter químico e/ou perfurocortante. Por possuir esse potencial de periculosidade, seu tratamento prévio à disposição final é obrigatório e está incluso na obrigatoriedade do gerenciamento pelos geradores.

Contudo o tratamento dos resíduos de serviços de saúde no Brasil não é realidade para todos os municípios. A fim de averiguar a distribuição geográfica das tecnologias mais utilizadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, levando-se em conta a comparação das mesmas sob o ponto de vista ambiental, este estudo foi concebido. Ao final propõem-se medidas para adequação e/ou melhorias no sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde dos municípios brasileiros.

Palavras-chave: Resíduos de serviços de saúde; Tratamento de resíduos; Tecnologias ambientais.

ABSTRACT

The industrialization, the development of technologies and products, the growing trade market and excessive consumption, coupled with the ever increasing population, has exponentially increased the volume of solid waste produced by society. The generation of waste from health services has accompanied this growth because society in general has gotten more access to health services.

This kind of waste are distinguished from others because of the high hazard potential that may be associated with biohazardous, chemical nature and / or sharp physical structure. By owning this potential hazard, its treatment prior to final disposal is mandatory and included in this mandatory management of generators.

However, the treatment of waste from health services in Brazil is not what happens for all municipalities. This study was conceived aiming to ascertain the geographical distribution of technologies used to treat waste from health services in Brazil taking into account the comparison of the same from the environmental point of view. At the end it is proposed measures for adaptation and / or improvements in waste treatment system of health services of Brazilian municipalities.

Keywords: Waste of health services; waste treatment; Environmental Technologies.

FICHA CATALOGRÁFICA

ROCHA, Luis Felipe Lino

Análise comparativa das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil / Luis Felipe Lino Rocha. Planaltina - DF, 2012. 43 f.

Monografia - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Carolina Lopes Araújo

1. Resíduos de serviços de saúde 2. Tratamento de resíduos 3. Tecnologias ambientais. I. ROCHA, Luis Felipe Lino. II. Análise comparativa das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 10 |
| RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE (RSS) | 12 |
| CONCEITUAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 12 |
| CONCEITUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE..... | 14 |
| RISCO ASSOCIADO AOS RSS | 15 |
| GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE | 17 |
| O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE..... | 17 |
| AS ETAPAS DO PGRSS | 18 |
| Segregação..... | 19 |
| Acondicionamento..... | 19 |
| Identificação | 19 |
| Transporte interno..... | 19 |
| Armazenamento temporário..... | 20 |
| Armazenamento externo..... | 20 |
| Coleta e transporte externo..... | 20 |
| Tratamento..... | 20 |
| Disposição final | 21 |
| MÉTODO DE PESQUISA | 22 |
| RESULTADOS | 24 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 33 |
| REFERÊNCIAS | 35 |
| ANEXO I: SUBGRUPOS DO GRUPO “A” E ITENS DOS GRUPOS “B” E “D” DA CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 358 DE 2005 | 39 |
| ANEXO II: RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DISPENSADOS DE TRATAMENTO PRÉVIO A DISPOSIÇÃO FINAL | 42 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Classificação dos resíduos de serviços de saúde | 15 |
| Tabela 2 – Processamentos de resíduos de serviços de saúde por tipo | 24 |
| Tabela 3– Comparação dos possíveis resultados ambientais de tecnologias para tratamento de RSS..... | 29 |
| Tabela 4 – Distribuição geográfica da capacidade instalada de tratamento por tipo de tecnologia de tratamento de RSS | 30 |
| Tabela 5 – Distribuição geográfica da coleta de RSS por região | 31 |
| Tabela 6 – Déficit da capacidade de tratamento de RSS por região..... | 31 |

INTRODUÇÃO

A industrialização, o desenvolvimento de tecnologias e produtos, o crescente comércio e o consumo desmedido, aliados ao constante aumento populacional, elevaram exponencialmente o volume de resíduos sólidos urbanos produzidos pela sociedade. O volume de outros tipos de resíduos como industriais, da agricultura e da saúde acompanharam essa tendência.

Embora constituam uma pequena parcela, de 1 a 3% da massa total de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente nos municípios brasileiros, os resíduos de serviços de saúde (RSS) podem possuir características peculiares tais quais a presença de agentes biológicos patogênicos, resíduos químicos tóxicos e/ou estrutura física perfurocortantes. Em razão das peculiaridades deste tipo de resíduo, define-se que existe um potencial de periculosidade associado ao resíduo.

A urbanização dos séculos XX e XXI e a melhoria nas condições de vida da população proporcionaram um aumento do acesso aos serviços de saúde e, por conseguinte, da produção de resíduos de serviços de saúde. Concomitante a esse processo de crescimento da demanda, temos a grande utilização de descartáveis nos procedimentos hospitalares, o que torna os procedimentos mais seguros, mas aumenta sobremaneira a quantidade de resíduos gerados.

Segundo a legislação e normatização brasileira, no âmbito da saúde e meio ambiente, todos os estabelecimentos geradores de resíduos de serviços de saúde devem prover o correto gerenciamento dos mesmos. Dentre as etapas de gerenciamento, que resumidamente são segregação, manuseio, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, se faz presente aquela que talvez seja a mais complexa e onerosa devido à necessidade de adquirir ou terceirizar tecnologias que possuem altíssimo custo de implantação e manutenção: a etapa de tratamento.

Por este elevado custo, dentre outros fatores, diversos municípios brasileiros não procedem com qualquer tipo de tratamento para os resíduos de serviços de saúde antes de sua disposição final. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é levantar dados gerais de operação e distribuição

geográfica acerca das tecnologias mais utilizadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil tendo por base a comparação das mesmas sob o ponto de vista ambiental, ressaltando suas características positivas e negativas de operação, a fim de propor medidas para adequação e/ou melhorias no sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde das regiões brasileiras.

Para tanto se fez necessário um levantamento das tecnologias empregadas no tratamento dos resíduos de serviços de saúde nas cinco regiões geográficas do Brasil para que se pudessem comparar as mesmas sob os aspectos ambientais, baseando-se em estudos e relatórios de entidades públicas e privadas.

A redação deste trabalho de conclusão de curso apresenta um raciocínio sequencial buscando traçar um panorama geral sobre a temática dos resíduos de serviços de saúde para então abordar o levantamento das tecnologias de tratamento empregadas no Brasil.

No capítulo 1 busca-se abordar o conceito de resíduos sólidos e as diversas legislações que regulamentam o tema, em âmbito nacional. A partir do entendimento do amplo conceito de resíduos sólidos, partiu-se para o tema específico proposto, os resíduos de serviços de saúde (RSS).

O capítulo 2 trata do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, abordando a obrigatoriedade do plano de gerenciamento específico e suas devidas etapas.

Em seguida, o capítulo 3 apresenta o método de pesquisa utilizado bem como a interpretação dos dados. Logo após, o capítulo 4 ressalta os resultados deste trabalho de pesquisa, apresentando a comparação ambiental entre as tecnologias para tratamento de resíduos de serviços de saúde analisadas e a capacidade instalada de tratamento por região no Brasil.

Para o capítulo 5, restaram as considerações finais deste trabalho com as recomendações de medidas para adequação e/ou melhorias no sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde dos municípios brasileiros.

RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE (RSS)

CONCEITUAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O volume de resíduos sólidos produzidos pela sociedade brasileira cresce mais do que o próprio crescimento populacional. Tal fato pode ser constatado por uma breve análise de duas pesquisas da produção de resíduos sólidos no Brasil. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000), a produção diária de resíduos urbanos, resíduos domiciliares mais os resíduos públicos, era de aproximadamente 161 mil toneladas, entretanto a mesma pesquisa realizada no ano de 2008 (IBGE, 2008) constatou uma produção diária de aproximadamente 183 mil toneladas, representando assim um crescimento de 12,75% na produção de resíduos urbanos por dia no Brasil entre os anos de 2000 e 2008, enquanto o crescimento populacional entre os mesmos anos foi de aproximadamente 8% (IBGE, 2000; IBGE, 2007).

Essa crescente produção de resíduos sólidos torna primordial um gerenciamento adequado dos mesmos, evitando ou minimizando os impactos ambientais e sociais que possam causar. Buscando esse gerenciamento, o Congresso Brasileiro desde 1990 discutiu uma norma que centralizasse e sistematizasse a gestão dos resíduos sólidos e guiasse as ações do governo e sociedade quanto ao tema, constituindo-se no marco regulatório sobre os resíduos sólidos. Em 2010, foi sancionada a Lei Federal Nº 12.305 (BRASIL, 2010), versando exclusivamente sobre o tema e instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa lei concretizou diversas inovações que já vinham sendo aplicadas no exterior e no Brasil pelas indústrias para o processo de gestão de resíduos sólidos, dentre elas podemos citar: logística reversa, responsabilidade compartilhada e acordos setoriais.

Nesse íterim de 20 anos de discussão da política, foram criadas diversas normas buscando definir e classificar os resíduos, disciplinando e normatizando as ações relativas aos resíduos sólidos nas diversas esferas onde são gerados: domésticos, industriais, agrícolas, etc.

Assim o conceito de resíduos sólidos foi sendo alterado por diversas vezes. Em início, a Resolução nº 5 (CONAMA, 1993) contemplou a definição

contida na primeira edição da NBR N° 10.004 (ABNT, 1987), definindo o conceito de resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluído 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 seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A Lei nº 11.445/2007, que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico, definiu o saneamento como o “conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais” (BRASIL, 2007). O objeto regulado por essa lei quanto aos resíduos sólidos são os originários do lixo doméstico e da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Posteriormente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS considerou as diversas definições já editadas por normas anteriores, buscando agregar as definições e ampliar sua abrangência. Assim, definiu 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).

É importante ressaltar que além de definir o que são resíduos, a PNRS definiu o que são rejeitos: “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).

Nota-se a partir do conceito de rejeito e em diversos meandros da PNRS uma preocupação com o tratamento e recuperação dos resíduos, buscando reduzir o volume de resíduos depositados em aterros sanitários, aumentando a

vida útil dos mesmos, e ainda reduzir a periculosidade e toxicidade do rejeito do aterro, através do seu tratamento.

CONCEITUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Reconhecidos popularmente como lixo hospitalar ou resíduos hospitalares e por outras nomenclaturas usuais, os resíduos de serviços de saúde são um dos componentes dos resíduos sólidos urbanos, representando de 1% a 3% dos mesmos (DISTRITO FEDERAL, 2003; BRASIL, 2006). A grande problemática deste tipo de resíduo não esta diretamente ligada à quantidade gerada pelos estabelecimentos de saúde, senão no risco que representa à saúde pública e ao meio ambiente. Devido ao seu potencial de periculosidade e infecciosidade, sua gestão é mais minuciosa do que a gestão dos outros tipos de resíduos sólidos.

A Resolução nº 358 (CONAMA, 2005) definiu os resíduos de serviços de saúde como:

Todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços de atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final.

Em âmbito federal, abordando o tema, podemos citar também a Resolução RDC N°306 (ANVISA, 2004) que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de serviços de saúde, incluindo a definição e funcionalidade do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde que todo gerador deve elaborar.

A Resolução CONAMA N° 358 (2005) e a RDC N° 306 da ANVISA (2004) classificam os resíduos de serviços de saúde em cinco grupos, cada qual com suas nuances, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos resíduos de serviços de saúde

| | |
|---------|---|
| Grupo A | Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. São subdivididos em cinco subgrupos: A1, A2, A3, A4 e A5. Cada subgrupo é composto por diferentes tipos de resíduos, conforme apresenta o anexo I. |
| Grupo B | Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. São citados alguns itens que compõem este grupo no anexo I. |
| Grupo C | Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. |
| Grupo D | Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. São citados alguns itens que compõem este grupo no anexo I. |
| Grupo E | Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares. |

FONTE: Adaptada de Resolução Nº358 (CONAMA, 2005).

RISCO ASSOCIADO AOS RSS

Marcado pela alta periculosidade, os RSS apresentam em sua composição materiais patogênicos, químicos e radioativos que, uma vez desprezados no ambiente sem tratamento adequado, são capazes de contaminar os outros resíduos não classificados como infectantes (DISTRITO FEDERAL, 2003).

Os RSS podem favorecer o desenvolvimento de inúmeros organismos veiculadores ou reservatórios de doenças transmissíveis, tornando-se fontes potenciais de disseminação de doenças, oferecendo perigo tanto para a equipe de trabalhadores dos estabelecimentos de saúde, como para os pacientes e os envolvidos no manuseio desses resíduos (OLIVEIRA; ARMOND, 2000 *apud* BARONI, 2002; e MATTOSO, 1996 *apud* BIDONE, 2001).

Os RSS representam um potencial de risco em três níveis: a) na saúde ocupacional de quem manipula esse tipo de resíduo, b) no aumento da taxa de infecção hospitalar e; c) no dano ao meio ambiente. O risco pode ser mensurado considerando-se a probabilidade e a severidade de ocorrer efeitos adversos frente à contaminação com RSS. Os tipos de risco podem ser econômicos, para a vida humana, a saúde e o meio ambiente (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Os riscos podem estar presentes em forma de substância química, de agentes físicos e mecânicos, de agentes biológicos, da inadequação ergonômica dos postos de trabalho ou ainda em função das características da organização de trabalho e das práticas de gerenciamento nas empresas; no caso, hospitais e empresas que gerenciam os RSS (ZANON, 1990 *apud* TAKADA, 2003).

O risco está relacionado com as influências e fatores internos e externos que tornam incerto se e quando determinado objetivo será alcançado. O efeito que essa incerteza causa nos objetivos traçados pode ser entendido como risco segundo a NBR ISO 31.000 (ABNT, 2009). Quanto mais etapas o manejo de RSS tiver, maior será o risco associado a este manejo. Para os RSS, estas etapas dizem respeito ao conjunto de atividades e processos que vão desde a produção do resíduo até sua destinação final.

Diversos trabalhos científicos confirmam o risco associado aos RSS, devido à elevada resistência a condições ambientais apresentada por alguns agentes infectantes como a *Mycobacterium tuberculosis*, que apresentou um tempo de resistência ambiental de até 180 dias na massa de resíduos de serviços de saúde. Por outro lado, no vírus da Hepatite B ou C foi demonstrada a possibilidade de sobrevivência em dose infectante, durante uma semana, em uma gota de sangue retirada de uma agulha hipodérmica (CONFORTIN, 2001; SILVA *et al.*, 2002).

Dentre outras doenças patogênicas que podem ser transmitidas pelo contato indevido com os RSS estão: a leptospirose, o HIV, o tétano, a raiva, as conjuntivites. Tal potencialidade infectante dos RSS gera grande preocupação ao setor público e privado quanto ao correto tratamento de tais resíduos.

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Com o intuito de criar um planejamento e orientação aos estabelecimentos geradores de resíduos de serviço de saúde, o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA normatizaram a temática pela Resolução Nº 283 (CONAMA, 2001) e pela RDC Nº 33 (ANVISA, 2003), instituindo o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS.

No entanto a normativa mais recente acerca dos RSS é a Resolução Nº 358 (CONAMA, 2005), abordando o tratamento e disposição final. De forma complementar, e suplementar em determinados aspectos, a RDC Nº 306 (ANVISA, 2004) trata do regulamento técnico para o gerenciamento dos RSS.

O regulamento técnico harmonizou as normas federais referentes ao gerenciamento de RSS do Ministério do Meio Ambiente representado pelo CONAMA e do Ministério da Saúde representado pela ANVISA. Considerou o gerenciamento como o conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando a proteção dos trabalhadores e a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. Para que de fato o gerenciamento ocorra e possa ser fiscalizado, tornou obrigatória a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde – PGRSS, pela qual todo e qualquer gerador desse tipo de resíduo deve elaborar seu plano e adequá-lo às normas locais de coleta, transporte e disposição final de resíduos gerados nos estabelecimentos de saúde.

O PGRSS é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos de serviços de saúde no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta interna, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final, bem como os aspectos relativos à proteção à saúde pública e à segurança ocupacional do pessoal envolvido nas etapas do gerenciamento

de resíduos. Pode-se então equiparar o PGRSS a um manual que descreve todos os procedimentos internos e externos no tocante aos resíduos de serviços de saúde, prevendo inclusive programas de treinamentos e de atualização do plano, tendo em vista que pode haver variação ou mudanças na quantidade de resíduos gerados, nas empresas que atuam no ou para o estabelecimento gerador e outras alterações significativas.

Segundo Campos (2005), o PGRSS pode trazer diversas contribuições para os estabelecimentos geradores de resíduos bem como para a comunidade e meio ambiente. A citar as contribuições do PGRSS para os estabelecimentos geradores de resíduos:

- Reduzir a incidência de acidentes ocupacionais através da educação continuada;
- Contribuir para a redução dos índices de infecção em serviços de saúde;
- Contribuir com uma melhor segregação dos resíduos promovendo a redução do seu volume;
- Estimular a reciclagem e compostagem dos resíduos comuns, desde que não contaminados;
- Contribuir para a formação e capacitação de recursos humanos envolvidos no gerenciamento.

Contribuições do PGRSS para a comunidade e meio ambiente:

- Estimular o desenvolvimento de tecnologias e de equipamentos voltados para as questões de resíduos de serviços de saúde;
- Preservar a saúde pública e os recursos naturais;
- Aumentar a vida útil dos aterros sanitários otimizando a sua utilização.

AS ETAPAS DO PGRSS

A Resolução Nº 358 (CONAMA, 2005) explicita que a competência do gerenciamento de resíduos de serviço de saúde é dos geradores e de seus respectivos responsáveis legais, desde a geração até a destinação final, buscando atender os requisitos ambientais e de saúde pública. O gerenciamento dos RSS é composto, em via de regra, pelas etapas de

segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento e disposição final. A seguir a descrição de cada etapa que compõe o gerenciamento dos RSS.

Segregação

Esta etapa consiste na separação dos resíduos de serviços de saúde no local de origem do mesmo, considerando os riscos envolvidos e suas características físicas, químicas e biológicas. A segregação dos diferentes grupos de resíduos é importante para impedir que pequenas frações de resíduos infectantes ou químicos contaminem aqueles que são comuns, pois segundo a legislação vigente em caso de contaminação dos comuns, todo o resíduo deve ser tratado como perigoso. A segregação adequada pode reduzir quantitativamente a geração de resíduos perigosos, resultando em uma economia de recursos financeiros para o tratamento e disposição final destes, além de viabilizar a reciclagem dos comuns (GARCIA, 2004).

Acondicionamento

Concomitante a etapa de segregação, está o acondicionamento, ou seja, dispor os RSS em embalagens plásticas ou recipientes apropriados a fim de evitar qualquer vazamento, perfuração ou ruptura. Devem-se respeitar os níveis de preenchimento, fechamento, forma de transporte, armazenamento, etc.

Identificação

Para o reconhecimento dos resíduos contidos em cada sacola plástica ou recipiente é necessário cumprir a etapa de identificação, estampando o símbolo internacional de substância biológica, física ou química, respeitando-se também as cores e advertências por escrito demandadas a cada tipo de resíduo. A normativa que orienta a correta identificação no Brasil é a NBR 7.500 (ABNT, 2003).

Transporte interno

É a etapa de traslado dos RSS dos pontos de geração até o determinado local para armazenamento temporário ou externo aos resíduos. Devem ser observados o roteiro, fluxo de outros materiais e tipo de veículo de transporte, com a finalidade posterior de coleta.

Armazenamento temporário

É o processo de se armazenar temporariamente os RSS que são encaminhados de diversos setores do estabelecimento, visando melhorar a gestão do resíduo até sua coleta. O ambiente de armazenamento pode ser compartilhado com a sala de utilidades, desde que tenha uma área mínima exclusiva de 2m² e contêineres específicos para armazenar os resíduos.

Armazenamento externo

É o processo de armazenamento em ambiente externo com a finalidade de guardar os RSS até o momento da coleta externa. Deve ser controlado para evitar o acesso de pessoas não autorizadas ao ambiente e higienizado regularmente.

Coleta e transporte externo

Esta etapa consiste na remoção dos RSS das áreas de armazenamento para serem transportadas, em veículos adequados, até as unidades de tratamento e disposição final. Este serviço normalmente é efetuado por empresas especializadas e licenciadas pelo órgão ambiental, respeitando-se as normas NBR 12.810 (ABNT, 1993) e NBR 14.652 (ABNT, 2001) que regulam esta atividade.

Tratamento

Conforme a Resolução N^o 358 (CONAMA, 2005) esta etapa deve ser realizada em um sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde, ou seja, em um conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, podendo promover sua descaracterização, visando à minimização do risco à saúde pública, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e saúde do trabalhador. Ainda segundo a RDC 306 (ANVISA, 2004), o tratamento consiste na aplicação de método, técnica ou processo que altere as peculiaridades dos riscos associados aos resíduos, de forma a amortizar ou extinguir o risco de contaminação, de acidentes de trabalho ou de agravos ao meio ambiente. Ambas normativas consideram os princípios da prevenção, da precaução, do poluidor pagador, da correção na fonte e de integração entre os vários órgãos envolvidos para fins de licenciamento e fiscalização.

O ideal preconizado pelas normativas acima citadas é que hajam soluções consorciadas para os fins de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde de pequenos geradores e municípios de pequeno porte, considerando que as ações preventivas são menos onerosas do que as ações corretivas e minimizam com mais eficácia os danos causados à saúde pública e ao meio ambiente.

Disposição final

Esta é a última etapa do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde pelos estabelecimentos geradores. Consiste na disposição dos resíduos no solo em local previamente preparado para recebê-los, respeitando a critérios técnicos de construção e operação e com licenciamento ambiental conforme a resolução CONAMA Nº 237 (1997). As principais formas de disposição final encontradas no Brasil são: aterro sanitário, aterro controlado, lixão e valas sépticas.

MÉTODO DE PESQUISA

Para esta pesquisa foi realizada uma análise comparativa das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, sob a ótica ambiental de operação. Para tanto foi feito um levantamento de informações que se caracteriza como uma pesquisa descritiva. Segundo Vergara (2005, p.47), a pesquisa descritiva visa expor características do objeto de investigação que no caso específico deste trabalho se trata das tecnologias de tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil.

Os meios utilizados para o levantamento das informações foram a pesquisa documental e bibliográfica, principalmente estudos e relatórios de âmbito nacional acerca do saneamento básico, e mais especificamente sobre o manejo de resíduos sólidos no Brasil. Esses documentos sobre o estado do manejo de resíduos sólidos normalmente possuem dados sobre os meios de processamento de resíduos de serviços de saúde, com quantificação e distribuição geográfica de capacidade instalada. Há que se considerar como uma limitação desses materiais o fato de que muitas vezes a metodologia desses estudos não são muito precisas no que tange à extrapolação dos dados para abranger o vasto território nacional. Concomitantemente foi utilizado o conhecimento acadêmico de diversos estudos a respeito do funcionamento e operação das tecnologias analisadas. A seleção das tecnologias em estudo baseou-se naquelas mais utilizadas para tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, segundo a bibliografia consultada.

Baseado nos estudos acadêmicos fez-se a interpretação dos dados para gerar tabelas comparativas da operação de cada tecnologia, sob a vista dos possíveis resultados ambientais de um processo de tratamento de resíduos de serviços de saúde.

Complementarmente para gerar tabelas comparativas da capacidade instalada por região, de cada tipo de tecnologia analisada, fez-se a interpretação dos estudos e relatórios do estado do manejo de resíduos sólidos no Brasil, sendo estes o alicerce deste trabalho de conclusão de curso.

Por fim, a partir dos resultados apresentados pode-se embasar com argumentos recomendações e medidas para adequação e/ou melhorias no

sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde das regiões geográficas do Brasil e sua composição de municípios.

RESULTADOS

Dentre as etapas de gerenciamento dos RSS, destaca-se a etapa de tratamento inclusa nas competências do gerador, segundo a resolução Nº358 (CONAMA, 2005). Em via de regra o tratamento prévio à disposição final é necessário para todos os resíduos de serviços de saúde classificados nos grupos “A”, “B” e “E”; com exceção de alguns resíduos específicos, explicitados no anexo II. Os resíduos classificados como do grupo C são normatizados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e o tratamento para este tipo de resíduo é o decaimento em ambiente apropriado, já os resíduos do grupo D são comuns e não necessitam de tratamento prévio à disposição final, mas deve-se privilegiar a reutilização, recuperação ou reciclagem dos mesmos antes de se encaminhar para a disposição final.

Diversas tecnologias estão disponíveis para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde dos grupos “A”, “B” e “E” no Brasil: incineração, autoclave, descontaminação por micro-ondas, desativação eletrotérmica (ETD), pirólise, desinfecção química, entre outras pouco usuais. No entanto a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2008) apontou que os processamentos mais usuais utilizados nos municípios do Brasil para o tratamento dos RSS são a incineração, queima em fornos simples, queima a céu aberto, autoclave e descontaminação por micro-ondas, como demonstra a tabela 2.

Tabela 2 – Processamentos de resíduos de serviços de saúde por tipo

| Existência no município de processamento dos resíduos de serviços de saúde | | | | | | | Não existe processamento dos RSS |
|--|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------|-------------|-------|----------------------------------|
| Total* | Tipo de Processamento | | | | | | |
| | Incineração | Queima em fornos simples | Queima a céu aberto | Autoclave | Micro-ondas | Outro | |
| 2613 | 1379 | 131 | 616 | 763 | 76 | 291 | 1856 |

* O município pode apresentar mais de um tipo de processamento dos resíduos de serviços de saúde

FONTE: Adaptada de Pesquisa nacional de saneamento básico (IBGE, 2008).

Cada um dos tipos de processamento mais usuais para tratamentos dos resíduos de serviços de saúde nos municípios do Brasil possui suas características peculiares. O processamento de RSS pela queima em fornos simples é nada mais do que a combustão dos resíduos em fornos construídos

em alvenaria de tijolos, ou fabricados industrialmente com chapas e perfis de aço, ou seja, um ambiente confinado, usualmente a temperaturas relativamente baixas e sem controle da emissão de materiais particulados (eventualmente contaminados) e gases (eventualmente tóxicos) para a atmosfera. Este método de tratamento de RSS é irregular e em desconformidade com as legislações vigentes, podendo sujeitar o meio ambiente e as comunidades locais a sofrerem os impactos ambientais e sociais negativos advindos das ineficiências deste tipo de tratamento. Portanto este tipo de processamento não é incluso na comparação com os demais métodos usuais.

O mesmo ocorre com o processamento pela queima a céu aberto, que nada mais é do que a combustão do resíduo sem nenhum tipo de equipamento ou controle, este método de tratamento é usual em pequenos e médios municípios, porém totalmente inadequado e em desconformidade com as legislações vigentes, podendo sujeitar o meio ambiente e as comunidades locais a sofrerem os impactos ambientais e sociais negativos advindos das ineficiências deste tipo de tratamento. Portanto este tipo de processamento também não é incluso na comparação com os demais métodos usuais.

Corroborando com os dados apresentados pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), as pesquisas do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011) apontam que as tecnologias mais utilizadas para tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil são a incineração, autoclave e micro-ondas. No entanto o estudo ainda acrescenta a forte presença do tratamento por desativação eletrotérmica (ETD) na região sudeste do país, portanto tal tecnologia também compõe a análise comparativa com as demais.

A partir dos estudos consultados, a comparação das tecnologias usuais empregadas no tratamento dos resíduos de serviços de saúde no Brasil, com abordagem dos aspectos ambientais, se restringiu às tecnologias de incineração, autoclave, micro-ondas e de desativação eletrotérmica (ETD).

A tecnologia mais difundida no Brasil para tratamento de resíduos de serviços de saúde é a incineração, também denominada como tratamento térmico com oxidação, caracteriza-se como o processo de combustão dos materiais a temperaturas que variam de 800°C à 1200°C, sob condições

controladas, onde os componentes são reduzidos a resíduos não combustíveis, resultando na geração de cinzas, escória e gases. Por meio de sua utilização é possível tratar quase todos os tipos de resíduos, principalmente os infecciosos, patológicos e perfurocortantes (BERTUSSI FILHO, 1994; SCHNEIDER *et al.*, 2001; MACHADO, 2002).

A incineração é a tecnologia mais difundida no Brasil para o tratamento de RSS, seus principais aspectos vantajosos são:

- Pode-se incinerar todos os resíduos infectantes;
- Resíduos químicos também podem ser tratados, sob condições específicas;
- Reduz em aproximadamente 15% o peso do resíduo e em até 95% seu volume;
- Descaracteriza completamente os resíduos;
- Opera independente de condições meteorológicas;
- Possibilita sobrevida útil de aterros sanitários;
- Pode-se recuperar a energia dos resíduos.

Contudo os aspectos desvantajosos da tecnologia de incineração se fazem presente. São eles:

- Alto custo de implantação, manutenção e controle ambiental;
- Dificuldade de manutenção e operação, exigindo pessoal especializado;
- Dificuldade de queima de resíduos com alta umidade;
- Possibilidade de emissão efluentes gasosos de alta toxicidade, caso a manutenção não seja adequada ou o equipamento mal projetado;
- A variabilidade na composição dos resíduos pode resultar em problemas no seu manuseio e na operação do incinerador e exigir manutenção intensiva.

A segunda tecnologia mais difundida para o tratamento de RSS no Brasil é autoclave. O processamento de resíduos em autoclave se denomina autoclavagem, consiste em um processo de esterilização a vapor que quando aplicada a resíduos de serviço de saúde, mediante a combinação de vapor

saturado sob pressão superior à atmosférica e calor, se obtêm a descontaminação de resíduos infectantes, com a destruição de microrganismos, inclusive esporos, mediante a termocoagulação das proteínas citoplasmáticas (SCHNEIDER *et al.*, 2001; BERTUSSI FILHO, 1994). As autoclaves são equipamentos metálicos resistentes que possuem fechamento hermético e utilizam o vapor saturado sob pressão para atingir temperaturas de até 140 graus centígrados, sendo suficiente uma exposição entre 121 a 132 graus centígrados durante 15 a 30 minutos para a desinfecção de resíduos. A eficiência do processo de autoclavagem depende da temperatura, pressão, tempo de exposição e contato direto com o vapor, além da densidade do resíduo (SOUZA, 2011). Esta tecnologia apresenta diversos aspectos vantajosos, dentre eles:

- Não geração de resíduos tóxicos ou dispersão de aerossóis, desde que a autoclave esteja regulada e operada corretamente;
- Pode ser operada na unidade geradora;
- Apresenta baixo custo operacional.

Entretanto alguns aspectos desvantajosos se apresentam:

- Custo elevado para aquisição e instalação de autoclaves;
- A operação dos resíduos nos equipamentos deve ser feita de forma minuciosa, sob risco de não ocorrer a desinfecção completa;
- Custos adicionais à operação, com a destinação dos resíduos tratados a aterros sanitários;
- Os resíduos não sofrem alteração de peso e volume, tampouco sofrem descaracterização, esta última só ocorre caso haja um processo de trituração prévio ou posterior ao tratamento.

A terceira tecnologia mais difundida para o tratamento de RSS no Brasil é a descontaminação por micro-ondas. No processo desta tecnologia os resíduos são triturados, umedecidos, sofrem a uniformização da umidade a 130 graus centígrados e então passam por um campo de micro-ondas, ondas eletromagnéticas, que produzem o aumento da velocidade das moléculas de água presente nos resíduos (SOARES, 2006). Os resíduos permanecem em

exposição ao campo de micro-ondas por até 30 minutos aquecidos a uma temperatura aproximadamente 100 graus centígrados. Ao final do processo os resíduos estão descontaminados e isentos de microorganismos, com exceção das formas esporuladas. Os principais aspectos vantajosos desta tecnologia são:

- Redução do volume dos resíduos entre 60 a 90%;
- Tratamento que pode ser instalado no próprio gerador, dependendo da escala de produção de resíduos;
- Alto grau de eficiência na descontaminação;
- Baixa interferência humana no processo de tratamento.

Os principais aspectos desvantajosos inerentes a esta tecnologia são:

- Não apropriado para o tratamento de grandes quantidades de RSS por dia, acima de 800 Kg/dia;
- Não recomendado para tratamento de partes anatômicas;
- Pode deixar resquícios de microrganismos na forma esporulada aos resíduos tratados;
- Alto custo de implantação;
- Operação em restritas normas de segurança com pessoal especializado.

Por fim a tecnologia de tratamento de RSS por desativação eletrotérmica (ETD) desponta como a quarta mais difundida no Brasil. Seu sistema de tratamento é muito similar à tecnologia de micro-ondas, no entanto a capacidade de tratamento da ETD é bem mais expressiva. Quando o resíduo de serviço de saúde chega à planta de tratamento de ETD, ele primeiramente é alocado em um fosso para deposição, onde o ambiente é mantido sob pressão negativa. Do fosso o resíduo passa por um processo de dupla trituração seguida pela exposição a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, atingindo até 95°C. Os principais aspectos vantajosos são:

- Ausência de efluentes de qualquer natureza;

- Redução de volume dos resíduos;
- Adequado para grandes escalas;
- Constitui-se em um processo contínuo.

No entanto alguns aspectos desvantajosos são inerentes à tecnologia, são os principais:

- Elevado custo de implantação e de operação;
- Operação em restritas normas de segurança com pessoal especializado;
- A eficiência do tratamento depende da adequação da planta para que toda massa de resíduos seja exposta aos raios eletromagnéticos.

Comparando-se as quatro tecnologias mais difundidas para tratamento dos resíduos de serviços de saúde, sob a ótica da eficiência ambiental dos processos de tratamento, têm-se os dados consolidados na tabela 3.

Tabela 3– Comparação dos possíveis resultados ambientais de tecnologias para tratamento de RSS

| Tecnologia | Eficiência ambiental de tratamento | | | | | | Demanda de controle ambiental de efluentes |
|-------------|------------------------------------|--------|-------------------|---------------------------|-----|------|--|
| | Redução significativa | | Descaracterização | Trata resíduos dos grupos | | | |
| | Peso | Volume | | A | B | E | |
| Incineração | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Alta |
| Autoclave | Não | Não | Não** | Sim | Não | Sim* | Baixa |
| Micro-ondas | Não | Sim | Sim | Sim | Não | Sim | Baixa |
| ETD | Não | Sim | Sim | Sim | Não | Sim | Baixa |

* A tecnologia não altera o caráter perfurocortante do resíduo, somente se houver um processo prévio ou posterior de trituração

** A tecnologia descaracteriza o resíduo caso haja um processo prévio ou posterior de trituração
FONTE: autoria própria.

A partir da comparação da eficiência de tratamento de RSS das tecnologias analisadas, a tecnologia de incineração é aquela que possibilita maior captura de resultados ambientais de operação em relação às demais. O processo de incineração reduz peso e volume de todos os grupos de resíduos analisados, possibilitando ainda a descaracterização do mesmo. No entanto a tecnologia demanda um alto controle de efluentes resultando em um alto custo de operação e manutenção, o que implica diretamente na demanda por

peças altamente capacitadas a fim de assegurar o tratamento dentro dos restritos parâmetros ambientais.

Com menor captura de resultados positivos, sob a ótica ambiental, o processamento de RSS pelas tecnologias de micro-ondas e de desativação eletrotérmica (ETD) reduzem o volume do resíduo. As duas tecnologias ainda são capazes de tratar os resíduos dos grupos “A” e “E”, no entanto não alteram a composição química do resíduo, ou seja, não são capazes de tratar os resíduos do grupo “B”. Em oposição ao processo de incineração, estas tecnologias não demandam um alto controle ambiental de efluentes de qualquer gênero.

Por final o processo de tratamento de RSS pela autoclave é incapaz de reduzir significativamente o peso e volume dos resíduos, tampouco promove a descaracterização do mesmo. A autoclave trata os resíduos dos grupos “A” e “E”, com a ressalva de que não altera a característica perfurocortante deste último grupo. A vantagem desta tecnologia está na baixa demanda de controle ambiental sobre efluentes, pois o processo de tratamento é simples se comparado aos demais, resultando assim em um baixo custo de operação e manutenção.

Quanto à distribuição geográfica das capacidades instaladas de tratamento pelas tecnologias analisadas, as pesquisas do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011) trazem os dados apresentados na tabela 4 adaptada.

Tabela 4 – Distribuição geográfica da capacidade instalada de tratamento por tipo de tecnologia de tratamento de RSS

| Região | Capacidade Instalada (t/ano) x Tecnologia | | | |
|---------------|---|---------------|---------------|----------------|
| | Autoclave | Incineração | Micro-ondas | TOTAL |
| Norte | - | 4.118 | - | 4.118 |
| Nordeste | 5.304 | 16.723 | - | 22.027 |
| Centro-Oeste | 3.120 | 8.299 | - | 11.419 |
| Sudeste | 69.841 | 27.612 | 47.112* | 144.565 |
| Sul | 22.464 | 4.992 | 3.744 | 31.200 |
| Brasil | 100.729 | 61.744 | 50.856 | 213.329 |

* A estes dados foram somados 31.200 t/ano, tratadas por Desativação Eletrotérmica – ETD.

FONTE: Panorama de resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011).

A partir das pesquisas da ABRELPE (2011), constatou-se que a capacidade de tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil é de até 213.329 toneladas por ano. No entanto as mesmas pesquisas apontaram também dados acerca da distribuição geográfica da coleta de RSS no Brasil, apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição geográfica da coleta de RSS por região

| Região | Coleta de RSS (t/ano) |
|---------------|-----------------------|
| Norte | 8.640 |
| Nordeste | 34.995 |
| Centro-Oeste | 17.851 |
| Sudeste | 163.722 |
| Sul | 12.450 |
| Brasil | 237.658 |

FONTE: Adaptada de Panorama de resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011).

Comparando-se os dados de distribuição da capacidade instalada por tecnologia com dados da coleta de resíduos de serviços de saúde se torna evidente o déficit de capacidade de tratamento de RSS no Brasil, como atesta a tabela 6 adaptada a partir das duas tabelas anteriores.

Tabela 6 – Déficit da capacidade de tratamento de RSS por região

| Região | Coleta de RSS (t/ano) | Capacidade Total Instalada de Tratamento (t/ano) | Déficit da capacidade de tratamento | |
|---------------|-----------------------|--|-------------------------------------|------------|
| | | | Em (t/ano) | Em % |
| Norte | 8.640 | 4.118 | -4.522 | -110% |
| Nordeste | 34.995 | 22.027 | -12.968 | -59% |
| Centro-Oeste | 17.851 | 11.419 | -6.432 | -56% |
| Sudeste | 163.722 | 144.565 | -19.157 | -13% |
| Sul | 12.450 | 31.200 | 18.750 | +60% |
| Brasil | 237.658 | 213.329 | -24.329 | 11% |

FONTE: autoria própria.

O déficit da capacidade de tratamento de RSS é elevado nas regiões do Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Tais regiões apresentaram déficit de mais de 50%, ou seja, muito provavelmente mais da metade dos RSS gerados nessas regiões do Brasil não estão tendo o devido tratamento prévio a disposição final.

Já a região sudeste do Brasil apresentou déficit de 13% da capacidade de tratamento de RSS em relação à quantidade de resíduos coletados. Percentualmente esse valor é baixo, no entanto a região sudeste é a que mais gera RSS no Brasil, então estes 13% de déficit representam quase 20.000

toneladas de resíduos potencialmente tóxicos que muito provavelmente não estão tendo o devido tratamento prévio a disposição final.

A região Sul se destaca como a única em que capacidade total instalada é suficiente para atender toda coleta de RSS, ainda restando 60% da capacidade de tratamento para serem utilizadas.

Com relação ao cenário nacional há um déficit de 11% na capacidade nacional para o tratamento correto de resíduos de serviços de saúde, o que representa que quase 25.000 toneladas de RSS por ano muito provavelmente não estão tendo o devido tratamento prévio antes de sua disposição final. Mas esse número pode ser ainda maior, tendo em vista que apenas a região sul possui superávit na capacidade instalada de tratamento em relação à quantidade de RSS coletado, enquanto as demais regiões possuem grandes déficits na capacidade instalada de tratamento comparativamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações ambientais levantadas a respeito das quatro tecnologias mais utilizadas para tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, sendo elas autoclave, desativação eletrotérmica (ETD), incineração e micro-ondas, conclui-se que dentre as tecnologias analisadas a incineração é aquela que permite a maior captura de resultados ambientais para tratamento de RSS. Aparecem logo em seguida as tecnologias de micro-ondas e de desativação eletrotérmica (ETD) como aquelas que igualmente possibilitam grande captura de resultados ambientais. A tecnologia de autoclave, dentre as demais analisadas, é aquela que permite a menor captura de resultados ambientais.

Analisando a capacidade instalada de tratamento de resíduos de serviços de saúde dessas quatro tecnologias mais utilizadas no Brasil, foi possível mensurar um déficit de quase 25.000 toneladas na capacidade de tratamento, e isso se traduz que para tratar todos os RSS gerados no país a capacidade instalada de tratamento deve aumentar em 11%. No entanto este déficit nacional pode ser ainda maior já que há grandes déficits centralizados nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, e um grande superávit concentrado apenas na região Sul do país.

Com base nos dados levantados acerca da capacidade instalada das tecnologias de tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, bem como a eficiência ambiental de operação destas tecnologias, recomenda-se:

1. A elaboração de um estudo complementar de viabilidade econômica dentre as tecnologias já difundidas para tratamento, tendo em vista que o presente estudo abordou o aspecto ambiental de operação e de distribuição da capacidade instalada. Esse estudo complementar poderia avaliar quando cada tecnologia é mais adequada a determinados cenários de produção de resíduos e em quais contextos geográficos, sob o ponto de vista econômico. Pressupondo os dados ambientais de operação levantados, uma análise econômica pode propor um alinhamento dos interesses ambientais e econômicos na implantação de tecnologias para tratamento de resíduos de serviços de saúde,

- definindo-se estratégias a fim de suprir o déficit da capacidade de tratamento nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste;
2. A análise pelo poder público, de uma possível realocação das tecnologias do Sul para as demais regiões como uma saída efetiva de curto prazo para suprir o déficit da capacidade instalada de tratamento de resíduos de serviços de saúde das demais regiões do país, o que poderia ser estabelecido caso haja estímulos econômicos para que o setor privado se proponha a tal fim de realocação ou ainda implantação de sistemas de tratamento nas regiões deficitárias;
 3. A implantação de métodos de tratamento de RSS naqueles municípios que não possuem nenhum tipo de processamento, bem como a adequação de métodos de tratamento de RSS arcaicos e irregulares levantados: queima a céu aberto e queima em fornos simples presentes em diversos municípios de pequeno e médio porte do Brasil. Tais fatos remetem diretamente a ausência de fiscalização e autuação por parte de órgãos ambientais e/ou de vigilância sanitária para reverter estes cenários de desconformidade de tratamento ou inexistência;
 4. A consorciação de municípios de pequeno e médio porte para viabilizar e centralizar a alocação de recursos, de origem pública e/ou privada, para implantação de sistemas de tratamento de RSS que possibilitem uma atuação em escala.

Tais recomendações compõem um arcabouço de possíveis soluções para enfrentar o déficit da capacidade de tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil baseado também na comparação ambiental de operação, levantado pela pesquisa. Mas acima de tudo, compõem propostas para viabilizar uma melhor gestão de resíduos considerados perigosos e que podem efetivamente causar impactos para a saúde humana e para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011**. São Paulo: ABRELPE, 2011.

BARONI, Fabíola Carvalho de Almeida Lima. **Gerenciamento integrado de serviços de saúde da microrregião da Baixa Mogiana**. 2002. 166f. Dissertação (Mestrado) – Enfermagem, Escola de Enfermagem da UFMG, 2002.

BELEI, R.A.; PAIVA, N.S. Lixo hospitalar: viabilidade econômica de uma fonte alternativa de recursos em um hospital universitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO E EPIDEMIOLOGIA HOSPITALAR, 6, 1998, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: ABIH, 1998, p. 19.

BERTUSSI FILHO, L. A. **Curso de resíduos de serviços de saúde: Gerenciamento, tratamento e destinação final** – ABES. Curitiba. 2004.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e destinação final**. Rio de Janeiro: RiMa, 2001. Projeto PROSAB – Programa de pesquisa em saneamento básico.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC Nº 306/2004**. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2004.

_____. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC Nº 33/2003**. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2003.

_____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. São Paulo (SP), 1987; 2004.

_____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 12.810 – Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde**. São Paulo (SP), 1993.

_____. **Associação Brasileira de Normas Técnico - NBR 14.652 – Coletor – transportador rodoviário de RSSS**. São Paulo (SP), 2001.

_____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7.500 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.** São Paulo (SP), 2003.

_____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas - 31.000 – Gestão de riscos.** São Paulo (SP), 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 358, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 283, de 12 de julho de 2001.** Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2001.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº. 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1997.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº. 005, de 05 de agosto de 1993.** Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde, portos e aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. . Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1993.

_____. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saneamento básico (2000 e 2008):** Limpeza urbana e coleta de lixo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008>> . Acessado em 15 de agosto de 2012.

_____. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2000.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm> . Acessado em 10 de agosto de 2012.

_____. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da população 2007.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm> . Acessado em 10 de agosto de 2012.

_____. **Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007.** Institui a política nacional de saneamento básico. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2007.

_____. **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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acessado em 07 de agosto de 2012.

CAMPOS, M. B. M. **Diagnóstico do sistema de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde no hospital pronto socorro João Lucio Pereira Machado.** Manaus: UTAM, 2005.

CONFORTIN, A. C. **Estudo de resíduos de serviços de saúde do Hospital Regional do Oeste/SC.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2001.

DISTRITO FEDERAL. Diretoria de Saúde do trabalhador. **Manual de gestão de resíduos de saúde.** Brasília, 2003.

MATTOSO, V. D. B. **Classificação, quantificação e análise microbiológica dos resíduos de serviços de saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.** 1996.

GARCIA, L. P.; RAMOS, B. G. Z. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 20(3): 744-752, mai-jun, 2004.

MACHADO, N. L. **Estudo comparativo de soluções adotadas para o tratamento e destino final de resíduos sólidos de serviços de saúde.** [Dissertação de Mestrado]. Salvador: Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia, 2002.

OLIVEIRA, A. C.; ARMOND, G. A. Limpeza, desinfecção e esterilização de artigos médico-hospitalares. In: Martins, M.A ed. **Manual de Infecção Hospitalar – Epidemiologia, prevenção e controle** – 2ª. Ed. – MEDSI Belo Horizonte, 2000.

SCHNEIDER, Vânia E. et AL. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde**. São Paulo: CLR Baliero, 2001.

SILVA, Aínda C. do Nascimento et AL. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 5, p. 1401-1409, set./out. 2002.

SOARES, R. S. **Avaliação de métodos de desinfecção de resíduo hospitalar e de seu percolado**. In: Segundo Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública. Brasília: FUNASA, 2006.

SOUZA, Alexandre Pereira. **Análise da capacidade atual de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro, com recorte da região hidrográfica do Guandu**. Dissertação (Mestrado) – Pós graduação e pesquisa de engenharia, Instituto Alberto Luiz Coimbra, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TAKADA, Agda Cristina da S. **O plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e o direito do trabalhador**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Direito Sanitário para Profissionais de Saúde, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Brasília, 2003.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

ZANON, Uriel. **Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: realidade epidemiológica ou ficção sanitária?** Brasília, 1990.

**ANEXO I: SUBGRUPOS DO GRUPO “A” E ITENS DOS GRUPOS “B” E “D”
DA CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DA
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 358 DE 2005**

Subgrupos do grupo A:

1. A1

- a. Culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;
- b. Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;
- c. Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;
- d. Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

2. A2

- a. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica.

3. A3

- a. Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.

4. A4

- a. Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
- b. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
- c. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
- d. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
- e. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
- f. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica;
- g. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações;
- h. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

5. A5

- a. Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

Itens do grupo B:

- a. Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;
- b. Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;
- c. Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
- d. Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;
- e. Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

Itens do grupo E:

- a. Papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1;
- b. Sobras de alimentos e do preparo de alimentos;
- c. Resto alimentar de refeitório;
- d. Resíduos provenientes das áreas administrativas;
- e. Resíduos de varrição, flores, podas e jardins;
- f. Resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

ANEXO II: RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DISPENSADOS DE TRATAMENTO PRÉVIO A DISPOSIÇÃO FINAL

1. Resíduos do grupo A4

- a. Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
- b. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
- c. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
- d. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
- e. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
- f. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica;
- g. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações;
- h. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

2. Resíduos pertencentes ao grupo B, sem características de periculosidade. Caso no estado sólido podem ter disposição final em aterro licenciado, ou ainda no estado líquido podem ser lançados em corpo receptor desde que atendam as diretrizes dos órgãos ambientais e/ou de saneamento:

- a. Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;
- b. Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;
- c. Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
- d. Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas.