

**ANÁLISE DA CAPACIDADE ATUAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL
DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE GERADOS NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO, COM RECORTE DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU**

Alexandre Pereira de Souza

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético (PPE/COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Planejamento Ambiental.

Orientadora: Alessandra Magrini

Rio de Janeiro
Março de 2011

**ANÁLISE DA CAPACIDADE ATUAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL
DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE GERADOS NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO, COM RECORTE DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU**

Alexandre Pereira de Souza

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL.

Examinada por:

Prof. Alessandra Magrini, D.Sc.

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas, D.Sc.

Prof. Martha Macedo de Lima Barata, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2011

Souza, Alexandre Pereira

Análise da Capacidade Atual de Tratamento e Disposição Final de Resíduos de Serviço de Saúde Gerados no Estado do Rio de Janeiro, com Recorte da Região Hidrográfica do Guandu/ Alexandre Pereira de Souza. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011

XVII, 107 p.: il.; 29,7cm

Orientadora: Alessandra Magrini

Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético, 2011

Referências Bibliográficas: p. 99 – 107

1. Resíduos de Serviço de Saúde 2. Tratamento de Resíduos 3. Disposição final de resíduos 4. Região Hidrográfica do Guandu. I. Magrini, Alessandra. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. III. Título

DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, Ronaldo e Fátima, que além de terem me dado o dom da vida,
contribuíram grandemente para a formação do meu caráter e da minha
índole, e pelo incentivo, desde a infância, a dedicar-me aos estudos.**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, fonte de vida, de luz e sabedoria. O ser mais sábio do universo, Criador de todas as coisas, e que nos possibilita, ao trilhar o caminho da vida, adquirir, reter e compartilhar conhecimento, tornando a vida mais interessante e instrutiva.

Mais uma vez, agradeço aos meus pais, Ronaldo e Fátima, assim como a minha irmã, Vivian, que apesar dos meus anos ausentes em casa, em busca da minha formação profissional, sempre me amaram e sempre estiveram lá por mim, ao compartilharem minhas alegrias, assim como por me acolherem em momentos difíceis.

Os meus tios, Mere e Adilson, quase meus pais adotivos, que me acolheram em seu lar durante todos os anos em que estive cursando a graduação em Química Industrial/UFRJ. Sem o apoio e colaboração deles esta jornada teria sido muito mais difícil.

Agradeço também a minha prima Thelma, peça importante nessa história, que semeou em mim a paixão e interesse pela Química. Sem contar que seu exemplo de vida e batalha sempre contribuiu, mesmo que silenciosamente, para que eu nunca desistisse dos meus objetivos profissionais.

Agradeço também aos meus parentes, especialmente as minhas queridas tias, Maria e Celina, que amorosamente sempre se preocuparam comigo, como se fossem minhas mães.

Agradecimentos aos meus amigos, que deram uma pitada de humor na minha vida, que torceram por mim, que vibraram em cada vitória obtida nessa trajetória.

Agradeço a muitos com os quais trabalhei profissionalmente, especialmente à Núbia Motta e Professora Martha Barata, coordenadora na minha época de estagiário no Instituto Oswaldo Cruz (IOC), pela confiança em mim depositada e pelo incentivo em aprimorar minha qualificação acadêmica por cursar o mestrado no PPE/COPPE. Agradeço também à Diretoria do IOC/Fiocruz que me permitiu cursar o mestrado enquanto bolsista na Instituição.

A todos os meus professores, não só os universitários e da pós-graduação, mas aqueles que pela paciência me ensinam muito mais que apenas ler e escrever, me ensinaram a aprender, a absorver, a analisar. Agradeço especialmente a minha professora orientadora, Professora Alessandra Magrini, por ter me guiado nas trilhas dessa dissertação.

Agradeço a todos que passaram pela minha vida, àqueles que me ensinaram coisas valiosas, os quais agregaram valor à minha vida, assim como àqueles com os quais me decepcionei um dia, pois isso também serviu como aprendizado na vida, e certamente colaborou pro meu crescimento pessoal, e me tornar o homem que hoje eu sou.

EPÍGRAFE

*“Só depois que a última árvore for derrubada,
o último peixe for morto, o último rio
envenenado, o homem irá perceber
que dinheiro não se come!”*

Provérbio indígena

*“Mas as nações ficaram furiosas, e veio o Teu próprio furor
(i.e. de Deus) e o tempo designado para (...) arruinar os que
arruinam a terra.” (Revelação/Apocalipse 11:18)*

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**ANÁLISE DA CAPACIDADE ATUAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL
DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE GERADOS NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO, COM RECORTE DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU**

Alexandre Pereira de Souza

Março/2011

Orientadora: Alessandra Magrini

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho apresenta a visão holística a respeito dos resíduos de serviço de saúde, sua problemática ambiental, sua classificação e definição, o histórico referente às regulamentações pertinentes, as opiniões controversas de pesquisadores acerca da patogenicidade desses resíduos, e o gerenciamento do mesmo, assim como se dedica a abordar e fazer avaliação crítica, através de um recorte territorial do Estado do Rio de Janeiro, da situação atual dos Resíduos de Serviço de Saúde gerados pelos estabelecimentos de saúde do Estado e dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), incluindo a geração estimada, a capacidade de instalada de tratamento e a destinação final dos resíduos, visando subsidiar informações para o estabelecimento de diretrizes para o manejo destes resíduos, levando em consideração normas e legislações vigentes.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANALYSIS OF THE CAPACITY OF CURRENT TREATMENT AND FINAL
DISPOSAL OF HEALTH CARE WASTE GENERATED IN THE STATE OF RIO DE
JANEIRO, THROUGH A TERRITORIAL CLIPPING OF GUANDU'S
WATERSHED

Alexandre Pereira de Souza

March/2011

Advisors: Alessandra Magrini

Department: Energy Planning

This research will present the holistic vision regarding the Health Care Waste, its environmental problem, its classification and definition, the referring description to the pertinent regulations, the divergent opinions of researchers concerning the pathogenicity of these residues, and the correct management of the same, as well as will be dedicated to approach it and make critical evaluation, through a territorial clipping of the State of Rio de Janeiro, about the current situation of Health Care Waste generated by health's establishments inserted in Guandu's Watershed, including the estimated generation, the installed capacity of treatment and its destination, aiming at setting up lines of direction for the correct management of these residues, leading in consideration effective norms and laws.

	SUMÁRIO	Pág.
INTRODUÇÃO.....		1
CAPÍTULO I - ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE.....		5
1.1 A problemática dos resíduos no ambiente.....		5
1.2 Conceitos e definições a respeito de resíduos.....		6
1.3 Conceitos e definições a respeito de resíduos de serviço de saúde.....		7
CAPÍTULO II - A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE.....		14
2.1 A gestão dos resíduos de serviço de saúde em alguns países pelo mundo.....		14
2.2 A gestão dos resíduos de serviço de saúde no Brasil.....		17
CAPÍTULO III - HISTÓRICO SOBRE REGULAMENTAÇÕES E LEGISLAÇÃO REFERENTE AOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE.....		22
CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES ACERCA DO POTENCIAL INFECTANTE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES E DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE.....		34
CAPÍTULO V - ETAPAS DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE E SEUS DESAFIOS.....		44
5.1 O Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde.....		44
5.2 Manejo dos resíduos de serviço de saúde.....		48
5.2.1 Segregação.....		49
5.2.2 Acondicionamento.....		50
5.2.3 Identificação.....		50
5.2.4 Transporte interno.....		51
5.2.5 Armazenamento temporário.....		51
5.2.6 Armazenamento externo.....		51
5.2.7 Coleta e transporte externo.....		52
5.2.8 Tratamento.....		52
Incineração.....		56
Autoclavagem.....		58
Descontaminação com Microondas.....		60
Desativação Eletrotérmica (ETD).....		62

	Pág
Pirólise.....	62
Plasma Térmico.....	63
Desinfecção química.....	64
Trituração mecânica/química.....	65
Esterilização por gases.....	65
Aglutinação ou encapsulamento	65
Processo de Tratamento por radiações ionizantes.....	66
Biodigestão.....	66
Reciclagem.....	67
5.2.9 Disposição final.....	68
 CAPÍTULO VI - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU (RH II) – SITUAÇÃO ATUAL DE GERAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL.....	 71
6.1 Seleção da Região Hidrográfica do Guandu (RH II) como área de estudo.....	71
6.2 Metodologia usada para avaliar a adequação do gerenciamento de resíduos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II).....	71
6.2.1 Atividades Preliminares.....	73
6.2.1.1 Potencial crescimento econômico e populacional da Região Hidrográfica do Guandu (RH II) e atual situação da disposição final de resíduos	75
6.2.2 Levantamento quantitativo do número de leitos e estabelecimentos de saúde localizados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II).....	80
6.2.3 Estimativa da quantidade diária de resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II).....	85
6.2.4 Levantamento da capacidade instalada para tratamento e destinação final do quantitativo gerado dos Resíduos de Serviço de Saúde no Estado do Rio de Janeiro.....	87
 CAPÍTULO VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	 92
 CAPÍTULO VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 98

LISTA DE QUADROS	Pág
Quadro 01 – Classificação vigente dos resíduos de serviço de saúde.....	12
Quadro 02 – Estudo comparativo entre a gestão clássica e a gestão avançada dos resíduos de serviço de saúde.....	16
Quadro 03 - Taxa de geração (kg/leito.dia) de resíduos sólidos hospitalares em alguns países da América Latina.....	17
Quadro 04 - Quantidade total coletada de resíduos de serviço de saúde por região e no Brasil.....	19
Quadro 05 - Capacidade instalada de tratamento de resíduos de serviço de saúde por região e no Brasil.....	20
Quadro 06 - Classificação dos resíduos sólidos gerados oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários estabelecido em 1993 pelo CONAMA.....	27
Quadro 07 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecidos em 1998 pela ABNT.....	28
Quadro 08 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecidos em 2001 pelo CONAMA.....	29
Quadro 09 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecida em 2003 pela ANVISA.....	30
Quadro 10 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecida em 2004 pela ANVISA.....	31
Quadro 11 - Tempo de sobrevivência de alguns microrganismos em resíduos sólidos.....	36
Quadro 12 - Concentração bacteriológica (média aritmética/g) presente em resíduos domiciliares segundo estudos de três autores.....	37
Quadro 13 - Comparação entre a concentração (média aritmética/g) de microrganismos presentes em resíduos domiciliares com resíduos hospitalares.....	38
Quadro 14 - Exemplos de patógenos isolados em áreas de disposição de resíduos e o respectivo dano à saúde.....	38
Quadro 15 - Tríade básica para o processo de transmissibilidade de uma patologia infectocontagiosa.....	40
Quadro 16 - Doenças transmitidas por vetores encontrados nos locais irregulares de lançamento de resíduos.....	42

Pág

Quadro 17 – Resumo dos métodos de tratamento recomendados segundo a classificação dos resíduos de serviço de saúde.....	54
Quadro 18 – Tratamento e destino final de resíduos de serviço do Grupo A - Resíduo de risco biológico e seus subgrupos.....	55
Quadro 19 - Relação dos municípios que compõe a Região Hidrográfica do Guandu (RH II), número de habitantes de cada município e o percentual territorial do município inserido na Região.....	75
Quadro 20 - Relação das empresas licenciadas para coleta e transporte de resíduos de serviço de saúde e sua localização.....	81
Quadro 21 - Participação na geração de resíduos de serviço de saúde, separados por grupo de estabelecimentos geradores da cidade de Guarulhos/SP.....	82
Quadro 22 - Relação do número de unidades hospitalares presentes nos municípios da Região Hidrográfica do Guandu.....	83
Quadro 23 - Número de leitos distribuídos pelas unidades hospitalares dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Guandu - RH II.....	83
Quadro 24 - Número de leitos inseridos na Região Hidrográfica do Guandu - RH II...	84
Quadro 25 - Taxa média de geração de resíduos de serviço de saúde e resíduos do Grupo A e E (Risco Biológico e Perfurocortante) segundo estudo de diferentes autores.....	85
Quadro 26 - Tecnologias de tratamento disponíveis no Estado do Rio de Janeiro associadas à sua capacidade instalada (t/ano)	88
Quadro 27 - Empresas licenciadas para tratamento de resíduos biológicos utilizando autoclaves na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	88

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 01 - Disposição inadequada de Resíduos de Serviço de Saúde potencialmente infectante em aterros a céu aberto.....	13
Figura 02 - Fluxograma simplificado das etapas usualmente empregadas no gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.....	50
Figura 03 - Modelo de embalagens para acondicionamento de Resíduos de Serviço de Saúde.....	50
Figura 04 – Símbolo de risco biológico.....	51
Figura 05 - Exemplo de equipamento de autoclave.....	60
Figura 06 - Saída do resíduo após tratamento na autoclave e encaminhamento para sistema de Trituração.....	60
Figura 07 - Modelo de equipamento de microondas para descontaminação de Resíduos de Serviço de Saúde e equipamento de Trituração dos resíduos descontaminados.....	61
Figura 08 - Caracterização do Resíduo de Serviço de Saúde após a Trituração do resíduo descontaminado por Equipamento de Microondas.....	62
Figura 09 - Mapa do Estado do Rio de Janeiro, dividido por Regiões Hidrográficas....	74
Figura 10 - Região Hidrográfica do Guandu com os municípios parcial ou integralmente inclusos e Regiões Hidrográficas adjacentes.....	74
Figura 11 - Localização da CTR Santa Rosa e a delimitação da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Pág

Gráfico 01 - Distribuição (%) dos municípios em função da destinação dada aos Resíduos de Serviço de Saúde coletados.....	20
---	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ADN ou DNA - Ácido desoxirribonucleico

AIDS – Acquired Immunodeficiency Syndrome

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APCIH - Associação Paulista de Controle de Infecção Hospitalar

ARN ou RNA - Ácido ribonucléico

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CDC - Center for Disease Control

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTR – Centro de Tratamento de Resíduos

EAS - Elementos Anormais do Sedimento

EPA - Environmental Protection Agency

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ETA - Estação de Tratamento de Água

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

HHS - Department of Health and Human Services

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

MINTER – Ministério do Interior

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MS - Ministério da Saúde

MWTA - Medical Waste Tracking Act

NBR - Norma Brasileira de Referência

PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RMRJ - Região Metropolitana do Rio de Janeiro

RSS - Resíduos de Serviço de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações ambientais da humanidade é a crescente geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), consequência do aumento populacional, da rápida industrialização e do consumo, acrescido do modelo de desenvolvimento e do estilo de vida contemporâneos. Esses resíduos são o resultado das diversas atividades desenvolvidas nos centros urbanos, a saber: industriais, residenciais, de serviços, como o de saúde, dentre outras.

Embora constituam uma pequena parcela - cerca de 1% - da massa total de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente, por ter uma composição variada, os resíduos de serviço de saúde (RSS) representam um elemento que não deve ser desprezado no estudo da estrutura epidemiológica, em razão da presença de agentes biológicos patogênicos ou resíduos químicos tóxicos que poderão afetar a saúde humana direta ou indiretamente.

O crescimento populacional, especialmente nos grandes centros urbanos, aumenta a demanda por serviços de saúde (em hospitais, clínicas e laboratórios dentre outros), e consequentemente aumenta o volume de resíduos gerados. Observa-se que a geração de resíduos está diretamente relacionada ao número de atendimentos prestados. Esta demanda, também é influenciada pelas condições de saneamento e condições sócio-culturais da população, e pela sua acessibilidade a estes serviços. Assim, a geração, manejo, tratamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde são temas que apresentam grande complexidade.

O presente trabalho foi baseado na percepção da importância do gerenciamento adequado dos resíduos de serviço de saúde, contribuindo para a proteção da saúde pública e ambiental. Assim, foi elaborado visando atender ao objetivo geral e aos objetivos específicos, discutidos, abordados e esclarecidos nos Capítulos VI e VII e aqui listados,

OBJETIVO GERAL

Apresentar o panorama atual e avaliar a capacidade de tratamento e disposição final de resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro, assim como no recorte da Região Hidrográfica do Guandu (RH II), área de estudo relevante, uma vez que nesta região encontra-se a principal fonte de captação de água para abastecimento humano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estimar a geração e capacidade de tratamento dos resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro – tanto a parcela que apresenta potencial patogênico (perfurocortantes ou não) como aqueles que possuem características semelhantes aos resíduos domésticos;
- ✓ Estimar a geração e capacidade de tratamento dos resíduos de serviço de saúde na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), através de um recorte dos municípios inseridos dessa região;
- ✓ Apresentar as contrastantes opiniões de pesquisadores acerca do potencial patogênico presente nos resíduos de serviço de saúde quando comparado aos resíduos domésticos, e através do levantamento bibliográfico realizado, discutir a necessidade de tratamento da parcela infectante antes da sua destinação final ou a utilização de alternativas que visem à eliminação total dos resíduos; e
- ✓ Verificar através da comparação entre geração estimada de resíduos de serviço de saúde e a capacidade instalada de tratamento desses resíduos, se esta representa a principal lacuna para o plano de manejo adequado de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, tanto no Estado do Rio de Janeiro como na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), ou quais os possíveis entraves para isso.

Dante do exposto, a dissertação foi estruturada de modo a apresentar uma breve contextualização sobre resíduos de serviço de saúde, seu gerenciamento e aspectos legais, e sua estrutura é apresentada a seguir.

No capítulo I, é apresentada a contextualização do tema, a problemática dos resíduos dispostos incorretamente no ambiente, assim como os conceitos e definições sobre resíduos em geral, e, depois especificamente sobre resíduos de serviço de saúde.

O capítulo II aborda a respeito do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde em alguns países pelo mundo e também no Brasil. Serão apresentados dados da literatura referente à geração, tratamento e destinação dos resíduos de serviço de saúde em alguns países europeus e asiáticos, assim como no Brasil, permitindo um mapeamento nacional sobre a atual situação do gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Também neste capítulo, será apresentado o parâmetro de quantificação (kg/leito.dia) utilizado para estimar a geração dos resíduos de serviço de saúde.

Em seguida, o capítulo III apresenta o histórico das normas e legislação pertinente ao tema. Este capítulo permite visualizar como as regulamentações contribuíram para que houvesse mudanças significativas no gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, começando em 1930, ano em que começaram a surgir os primeiros materiais bibliográficos a respeito dos resíduos de serviço de saúde, e concluindo em 2010, ao sancionar a Política Nacional de resíduos Sólidos (PNRS), regulamentação de grande importância que será considerada um marco histórico nacional a respeito do assunto.

O Capítulo IV aborda os diferentes pontos de vista acerca dos riscos de contaminação oferecidos pelos resíduos de serviço de saúde potencialmente infectantes – grupo A (risco biológico) e grupo E (materiais perfurocortantes e escarificantes). Enquanto alguns defendem a necessidade de cuidados especiais, para manejo, tratamento e destinação final dessa parcela de resíduos de serviço de saúde, que poderia resultar em impactos ambientais e à saúde humana, outros pesquisadores argumentam que, por se assemelhar ao resíduo doméstico, tais resíduos poderiam ser descartados sem prévio tratamento, contribuindo para redução de custos, considerados onerosos e dispensáveis.

No capítulo V, faz-se uma incursão crítica sobre as várias etapas do manejo dos resíduos de serviço de saúde, atentando-se especialmente para os resíduos do Grupo A (Risco Biológico) e do Grupo E (Materiais perfurocortantes e escarificantes), nas etapas de segregação, transporte, tratamento e disposição final apontando características e riscos para o meio ambiente, saúde e segurança do trabalhador, e como o treinamento e adesão dos funcionários responsáveis pela geração desses tipos de resíduo podem contribuir para a redução do quantitativo gerado e minimizar os riscos associados.

No capítulo VI apresenta-se o panorama atual dos resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro, assim como o panorama de uma área mais específica, através de um recorte territorial compreendendo os 15 municípios que estão inseridos, total ou parcialmente, na Região Hidrográfica do Guandu (RH II). Neste capítulo, informações pertinentes, como área territorial, número populacional, número de leitos e estabelecimentos de saúde, a estimativa de resíduos gerados diariamente no Estado e na Região do recorte, e a potencial capacidade instalada de tratamento dos resíduos potencialmente infectantes disponível no Estado, serão abordadas. Esse estudo possibilita contrastar o volume de resíduos de serviço de saúde gerado e a capacidade instalada de tratamento na região. A comparação entre esses dados estimados, caso estejam próximos à realidade, contribui para identificar se a capacidade de tratamento

dos resíduos potencialmente infectantes representa uma das limitações para gerenciamento adequado desta parcela de resíduos

Finalizando, o Capítulo VII apresentará as conclusões e considerações finais a respeito do levantamento realizado, assim como algumas recomendações, propostas para estudos futuros e principais dificuldades encontradas. Neste capítulo, serão apresentadas alternativas para eliminação dos resíduos de serviço de saúde, assim como será abordado se há real deficiência na capacidade de tratamento dos resíduos e sua destinação final, haja vista que atualmente ainda predomina em alguns municípios a prática de utilização dos aterros a céu aberto como vazadouro dos resíduos gerados.

Ainda fazem parte do corpo deste trabalho, as referências bibliográficas utilizadas como indicadores conjunturais e base de dados para a elaboração desta dissertação.

CAPÍTULO I - ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Em uma cidade, o planejamento da gestão de resíduos sólidos é fundamental, e nesse contexto, a utilização de dados históricos pode contribuir para a compreensão do seu processo de geração. Para isso, é importante que haja uma base histórica confiável e mecanismos para coleta de dados acerca da geração e composição dos resíduos sólidos gerados pela população. Principalmente em países em desenvolvimento faltam dados históricos sobre a geração de resíduos, o que dificulta o planejamento (DYSON; CHANG, 2005). Neste capítulo será apresentada a contextualização do tema, a problemática dos resíduos dispostos incorretamente no ambiente, assim como os conceitos e definições sobre resíduos em geral, e, depois especificamente sobre resíduos de serviço de saúde.

1.1 A problemática dos resíduos no ambiente

Uma das grandes preocupações da humanidade, em termos ambientais, é a crescente geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), consequência do aumento populacional, da rápida industrialização e do crescimento do consumo, acrescido do modelo de desenvolvimento e do estilo de vida contemporâneos disseminados pelo capital (AMORIN, 1996). O processo de evolução do homem provocou mudanças em seus hábitos inicialmente nômades, para hábitos característicos de populações fixas e agrupadas, com consequente alteração da composição e da quantidade dos resíduos por eles gerados, influenciados por diversos fatores, tais como: aspectos culturais, sociais, sazonais, ambientais, demográficos, econômicos e aqueles relacionados ao tipo de atividade desenvolvida no local. (SISINNO, 2000; MELO, 2009). Os resíduos são gerados, em sua maioria, pelo homem em suas atividades cotidianas, podendo provocar danos ao meio ambiente à medida que o mesmo perde a capacidade de depurá-lo. (BIDONE *et al.*, 2001; SCHNEIDER *et al.*, 2001; SISINNO, 2000).

Poucas são as sociedades, desenvolvidas ou não, que se preocupam em manejear, tratar ou eliminar os resíduos gerados, o que, nas sociedades primitivas, os próprios ecossistemas naturais se encarregavam de fazer. A progressiva saturação dos

mecanismos de degradação do ambiente tem tornado, no entanto, cada vez mais exígua a eliminação ou reciclagem destes pela natureza (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

SCHNEIDER *et al.* (2001:3) acrescentam que a geração de resíduos e seu posterior abandono no meio ambiente podem gerar sérios problemas ambientais, favorecendo a incorporação de agentes contaminantes na cadeia trófica, interagindo em processos físico-químicos naturais, dando lugar à sua dispersão e consequentemente ao aumento do problema. Por outro lado deve-se levar em conta que um aumento na geração de resíduos antecede-se por um consumo paralelo de matérias - primas, as quais se encontram na natureza em quantidades limitadas. A natureza é capaz de renovar-se em seu curso natural, porém, à medida que os processos de geração antropogênica, particularmente de substâncias químicas, ultrapassam os limites de reciclagem do ambiente ou introduzem-se novos compostos não degradáveis, há um desequilíbrio nos sistemas biológicos.

A civilização industrial perturbou o fluxo natural de energia e rompeu o ciclo da matéria devido à geração sempre crescente de resíduos. Transformou-se na “sociedade do descartável” e com o avanço de algumas tecnologias, principalmente daquelas voltadas para a produção e consumo desses materiais, a geração excessiva de resíduos tornou-se um grande problema para o homem e o ambiente (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

No Brasil, tem-se observado um aumento considerável na geração de resíduos, desde meados da década de 1950, devido ao desenvolvimento industrial, ao aumento do consumo decorrente do poder aquisitivo da população e à expansão urbana. Adicionada à geração elevada, diversificada e crescente de resíduos ao longo dos anos, observa-se a disposição dos mesmos de forma indiscriminada resultando em muitos problemas ambientais.

1.2 Conceitos e definições a respeito de resíduos

A população tem a percepção de que resíduo é tudo aquilo que é inservível e sujo, devendo ser mantido longe de seu convívio. As definições disponíveis na literatura refletem as múltiplas visões que as pessoas têm do lixo ou resíduo. Popularmente, o resíduo ou lixo é definido como tudo aquilo que não tem mais utilidade e que se joga fora. No entanto, essa definição traz embutidos aspectos culturais que veem o resíduo como algo desagradável, marginal e sujo, uma matéria desorganizada e disposta no

momento e local impróprios. Tal conceito leva a que, no meio urbano, a população geralmente se preocupe em ter um sistema eficiente de coleta dos resíduos, afastando-os do seu meio de convivência e não se importando em saber qual o tratamento e a disposição final dispensada aos resíduos gerados. E, como agravante, esse também pode ser o pensamento da administração pública, caso não possua consciência sanitária apurada. O resultado disso é que a maioria dos municípios brasileiros não trata nem dispõe adequadamente seus resíduos sólidos, sendo que estes acabam em depósitos a céu aberto, que atraem não apenas vetores e animais, como também seres humanos (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Outra definição, adotada pela Organização Mundial de Saúde, define resíduo como qualquer coisa que o proprietário não quer mais, em certo local e em certo momento, e que não apresenta valor comercial corrente ou percebido. Segundo a Comunidade Européia, resíduo é toda substância ou objeto cujo detentor se desfaz ou tem a obrigação de se desfazer em virtude de disposições nacionais em vigor (BIDONE *et al.*, 2001).

A definição para os resíduos sólidos, adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, é mais detalhada e específica, pois considera tanto o estado físico do resíduo como a sua origem. Segundo a ABNT NBR 10004/2004, resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

1.3 Conceitos e definições dos resíduos de serviço de saúde

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são compostos de resíduos oriundos das mais diversas atividades desenvolvidas nos centros urbanos. Por apresentar uma composição variada, os resíduos sólidos urbanos representam um elemento que não deve ser desprezado no estudo da estrutura epidemiológica, em razão da presença de agentes biológicos patogênicos ou resíduos químicos tóxicos que poderão alcançar o homem direta ou indiretamente, afetando-lhe a saúde (MOTA, 1999). Algumas atividades

resultam na geração de resíduos de serviço de saúde (RSS), que embora constituam uma pequena parcela - cerca de 1% - da massa total de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente, apresenta composição bastante heterogênea, o que lhe confere o potencial caráter de periculosidade¹.

Inúmeros são os sinônimos dados aos resíduos de serviço de saúde atualmente e principalmente no passado. Denominações como resíduo hospitalar, lixo hospitalar, resíduo sólido hospitalar, resíduo biológico, biomédico, médico, clínico, infeccioso e resíduo infectante são alguns desses exemplos. A definição, portanto, ainda gera controvérsias, tanto no âmbito nacional, como no internacional. Não há ainda uma definição universalmente aceita, e diferentes agências e grupos, como agências de saúde, médicos, ambientalistas e legisladores adotam diferentes definições conforme a finalidade.

Na legislação internacional, as definições variam na forma, mantendo em linhas gerais a abrangência estabelecida pelas normas nacionais. Assim, a legislação americana considera resíduos de serviço de saúde aqueles provenientes de diagnóstico, tratamento ou imunização de seres humanos ou animais, de pesquisas pertinentes ou na produção e/ou testes de material biológico (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1989 *apud* FARIAS, 2005).

O Departamento de Meio Ambiente de Londres caracteriza os resíduos de serviço de saúde como resíduos clínicos, definindo-os como elementos perigosos ou ofensivos, provenientes de prática médica, odontológica, veterinária, de enfermagem, farmacêutica ou práticas similares de laboratórios clínicos de atenção e tratamento à saúde e ensino e pesquisa, os quais por sua natureza tóxica, infecciosa ou perigosa, podem representar riscos ou provocar danos à saúde humana e de seres vivos, a menos que previamente tornem seguros e inofensivos (Her Majesty's Stationery Office - Department of the Environment Clinical Waste. London.1983, *apud* SCHNEIDER *et al.*, 2001).

No Brasil, antes de existir uma classificação específica para os resíduos de serviço de saúde, a ABNT já havia publicado, em 1997, a NBR 10.004, que embora trate sobre os resíduos sólidos de uma maneira geral, classifica estes quanto aos riscos potenciais à natureza e à saúde da população. Segundo esta norma, classifica-se como Resíduo

¹ Periculosidade de um resíduo: característica apresentada por um resíduo, que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas pode apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e risco ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (ABNT NBR 10004/2004).

Classe I – Perigosos, aqueles que apresentem característica de patogenicidade, toxicidade, radioatividade, corrosividade, inflamabilidade, incluindo portanto uma fração dos resíduos gerados por estabelecimentos de serviço de saúde.

Ao longo dos anos, classificações e definições distintas foram sugeridas por inúmeras instituições, como o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), e governos dos estados e municípios. O Capítulo III apresentará um histórico das regulamentações e normas acerca dos resíduos de serviço de saúde e as diferentes classificações atribuídas aos resíduos de serviço de saúde nesse período.

Atualmente, as regulamentações vigentes sobre resíduos de serviço de saúde - ANVISA RDC 306/2004 e Resolução CONAMA 358/2005 - consideram resíduos de serviço de saúde aqueles provenientes de estabelecimentos geradores relacionados com o 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, dentre outros similares que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final.

A classificação dos resíduos de serviço de saúde, estabelecida com base na composição e características biológicas, físicas, químicas e inertes, tem como finalidade propiciar o adequado gerenciamento desses resíduos no âmbito interno e externo dos estabelecimentos de saúde. O Quadro 01 apresenta a classificação vigente dos resíduos de serviço de saúde segundo Resolução ANVISA RDC 306/2004 e a Resolução CONAMA 358/2005.

Classe A - resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Estes estão subdivididos em cinco subclasses:

A1

1. 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;
2. 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;
3. 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;
4. 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.

A2

1. 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;

A3

1. 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;

A4

1. Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;

2. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
3. 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;
4. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
5. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
6. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica;
7. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações; e
8. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.
A5
1. 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.
Classe 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. Incluem-se dentre estes:
1. 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 344/1998 do Ministério da Saúde e suas atualizações;
2. Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;

<p>3. Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);</p> <p>4. Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas; e</p> <p>5. Demais produtos considerados perigosos (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos), conforme classificação da ABNT NBR 10004.</p>
<p>Classe C - Quaisquer materiais resultantes de laboratórios e 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.</p>
<p>1. Enquadram-se neste grupo quaisquer materiais pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação</p>
<p>Classe D - resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Incluem-se dentre esses:</p>
<p>1. 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;</p> <p>2. Sobras de alimentos e do preparo de alimentos;</p> <p>3. Resto alimentar de refeitório;</p> <p>4. Resíduos provenientes das áreas administrativas;</p> <p>5. Resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e</p> <p>6. Resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.</p>
<p>Classe E -Materiais perfurocortantes ou escarificantes.</p>
<p>1. 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.</p>

Quadro 01 – Classificação vigente dos resíduos de serviço de saúde

(Fonte: ANVISA RDC 306/2004 e CONAMA 358/2005)

O crescimento populacional, especialmente nos grandes centros urbanos, aumenta a demanda de serviços de saúde (em hospitais, clínicas, laboratórios etc.) e resulta no aumento do volume de resíduos gerados, uma vez que a geração de resíduos está diretamente relacionada ao número de atendimentos prestados. Esta demanda, também é

influenciada pelas condições de saneamento e condições sócio-culturais da população, e pela sua acessibilidade a estes serviços.

Outra característica que atribui aos resíduos de serviço de saúde uma atenção especial é sua potencial periculosidade e patogenicidade, possibilitando nos estabelecimentos geradores a contaminação de funcionários de limpeza, médicos, enfermeiros, doentes, visitantes, levando ao risco de infecção hospitalar. Quando dispostos inadequadamente no meio ambiente, a percolação de chorume e outros líquidos nocivos provenientes da decomposição dos resíduos de serviço de saúde podem contaminar o solo, o lençol freático e as águas superficiais, como rios, mares e córregos. Além disso, os resíduos de serviço de saúde contribuem para proliferação de inúmeros vetores transmissores de doenças e a contaminação a catadores, que sobrevivem da venda de materiais recicláveis encontrados no lixo e quando em contato com materiais infectados de hospitais, principalmente materiais cortantes e escarificantes, podem se contaminar com inúmeros patógenos. A Figura 1 apresenta a disposição inadequada de resíduos de serviço de saúde potencialmente infectante em vazadouros ou aterros a céu aberto.



Figura 1 - Disposição inadequada de resíduos de serviço de saúde potencialmente infectante em aterros a céu aberto. (Fonte: NavegadorMT, 2011)

Apesar de estabelecido na legislação e em outras normas pertinentes, em geral, os resíduos de serviço de saúde ainda não recebem o devido tratamento diferenciado, sendo destinado muitas vezes juntamente com os resíduos domésticos (BRILHANTE E CALDAS, 1999).

CAPÍTULO II – A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Seja mundialmente ou no Brasil, os resíduos de serviço de saúde merecem atenção especial por fatores anteriormente mencionados e por outros fatores que ainda serão tratados nesse presente estudo. Para que se possa entender essa temática local e globalmente, esta seção abordará a situação atual de alguns países e do Brasil relacionada ao gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde.

2.1 A gestão dos resíduos de serviço de saúde em alguns países pelo mundo

Os resíduos de serviço de saúde são tratados de diferentes maneiras no mundo inteiro. Cada país tem suas normas e legislações específicas, e observa-se grande diferença ao comparar como sua gestão é feita em países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

Atualmente é na Alemanha onde os resíduos de serviço de saúde recebem o melhor tratamento no mundo. Neste país, segundo *Revista do Farmacêutico* (2006), os resíduos de serviço de saúde, no momento de sua coleta, são separados em cinco categorias (de A a E), que indicam o grau de toxicidade de cada conteúdo, recebendo posteriormente tratamento específico. Áreas especiais para contêineres estão presentes nos hospitais alemães. O volume dos resíduos e o risco à população são reduzidos, visto que, existe uma enorme usina para a incineração dos resíduos infectantes, equipada com filtros eficientes. Além disso, os funcionários são devidamente treinados para o manuseio dos artigos hospitalares, e a população contribui para o aumento da conscientização em torno do problema, o que diminui o número de infecções. No entanto, o tratamento dos resíduos hospitalares potencialmente infectantes apresenta alto custo. Na Alemanha são gastos cerca de 2 mil US\$/tonelada.mês para gerenciamento, coleta, tratamento e destinação desses resíduos, enquanto os gastos com os resíduos domiciliares, mesmo em número mais elevado, não representam metade desta quantia.

Ainda mencionando sobre países desenvolvidos, na França, assim como na Alemanha, a coleta e tratamento dos resíduos infectantes seguem padrões bastante severos. Os franceses moem e incineram os resíduos e a incineração não representa um risco à população, já que seguem altos padrões de filtragem dos gases poluentes, através de técnicas semelhantes ao procedimento germânico.

Por outro lado, em países em desenvolvimento, como no Líbano, o Resíduo de Serviço de Saúde não recebe atenção como nos países anteriormente citados, já que demonstra grande precariedade no tratamento dos resíduos infectantes. País constantemente envolvido em conflitos que vitimam boa parte de sua população, este produz diariamente dez toneladas de resíduos de serviço de saúde, onde apenas 10% recebe adequado tratamento por meio da incineração. O restante representa um problema que se agrava com a falta de recursos das autoridades médicas e governamentais. Atualmente, o Líbano ainda não tem uma solução efetiva para tratar a totalidade do resíduo infectante gerado, apesar das promessas recentes das autoridades de aumentar o quantitativo dos resíduos incinerados.

A Índia, outro país também em desenvolvimento, tão precária quanto o Líbano, ainda luta para resolver este assunto. Recentemente, como medida de facilitação, foi implantada a segregação, ainda que simplificada, através de um sistema de cores para a melhor separação e incineração do Resíduo de Serviço de Saúde mais infectante. Contêineres azuis, por exemplo, são utilizados para depositar seringas, agulhas e perfurocortantes. Enquanto os tecidos humanos e órgãos são designados pela cor amarela, e medicamentos com prazo de validade vencido ficam com a qualificação da cor preta.

Outro aspecto a ser considerado no gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde refere-se à quantificação real do volume gerado. Vários são os fatores que vêm contribuindo para o aumento da geração destes resíduos, como o uso crescente de material descartável e aumento da população idosa, que normalmente necessita de mais serviços de saúde e é usuária com mais frequência de diversos tipos e níveis de especialidades. Todavia, uma vez que o volume gerado de resíduos sólidos no estabelecimento de serviço de saúde é função das diferentes atividades que nele se desenvolvem – como quantidade de serviços médicos, tamanho do estabelecimento, proporção entre pacientes externos e internos e número de profissionais envolvidos – torna-se difícil estabelecer relações simples que permitam estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados.

Por simplificação, na maioria dos casos, é realizada uma relação entre a quantidade média de resíduos gerados, em função do número de leitos do estabelecimento, obtendo-se assim números que podem estar sujeitos a certo grau de imprecisão, mas que permitem facilidades de manejo, aplicação e comparação. Por apresentar estrutura e serviço diferenciado das unidades hospitalares, esta metodologia

de quantificação não pode ser aplicada a funerárias, Institutos de Medicina Legal, institutos de pesquisa na área de saúde, estúdios de tatuagem e piercing, farmácias, ambulatórios, postos de saúde, consultórios e clínicas, para os quais são necessários estudos específicos (NAIME *et al*, 2004).

O Quadro 02 apresenta uma média de geração de resíduos (kg/leito.dia) segundo diferentes formas de gestão (gestão clássica e a gestão avançada) e a exemplificação de alguns países enquadrados nesse tipo de gestão.

A gestão avançada considera os princípios da segregação eficiente, com uma pequena porcentagem de resíduos sendo tratada e disposta como infectante, gerando economia nos processos de tratamento e induz a políticas de educação ambiental. Esta gestão visa promover a correta disposição final dos resíduos contaminados, de modo a evitar agravos à comunidade e ao meio ambiente (HADDAD, 2006). Por outro lado, a gestão clássica, considera a maioria dos resíduos de serviços de saúde como infectante ou especial, inclusive resíduos de pacientes com infecções virulentas, de pacientes com infecção de transmissão oral-fecal, de pacientes com infecções de transmissões por aerossóis, de resíduos perfurantes ou cortantes, cultivo e reserva de agentes infecciosos, sangue humano e resíduos anatômicos humanos, o que resulta em grande problema da disposição dos resíduos de serviço de saúde devido à contaminação de toda a parcela a ser destinada (MARTINS & NETO, 2010).

Tipo de gestão	Países	Geração média Kg/leito.dia
Gestão Clássica	Reino Unido França Bélgica	1,5 – 2,0
Gestão Avançada	Alemanha Holanda Canadá Áustria Suécia	0,05 – 0,4

Quadro 02 – Estudo comparativo entre a gestão clássica e a gestão avançada dos Resíduos de serviço de saúde (Fonte: JOFFRE *et al*, 1993)

O Quadro 03 apresenta a taxa de geração de resíduos de serviço de saúde em alguns países da América Latina. O quadro ilustra uma comparação apresentada pelo autor, que, no entanto, ressalva que os dados foram obtidos a partir de metodologias diferentes, o que poderá levar a distorções ao compará-los, como por exemplo, a

elevada estimativa peruana de geração máxima de resíduo sólido hospitalar em torno de 6,0 kg/leito.dia. No entanto, a variação entre os valores encontrados pode estar associada a procedimentos de segregação no momento e local da geração, contribuindo para a maior ou menor quantidade de resíduos considerados hospitalares.

Ano do Estudo	País	Geração (kg/leito.dia)		
		Mínimo	Média	Máximo
1973	Chile	0,97	-	1,21
1976	Venezuela	2,56	3,10	3,71
1978	Brasil	1,20	2,63	3,80
1987	Peru	1,60	2,93	6,00
1988	Argentina	1,85	-	3,65
1989	Paraguai	3,00	3,80	4,50

Quadro 03 - Taxa de geração (kg/leito.dia) de resíduos sólidos hospitalares em alguns países da América Latina (Fonte: MONREAL, 1993 apud MAGRINI et al., 2009)

Estimativas de quantificação de resíduos de serviço de saúde dos países latino-americanos indicam que a geração média gira em torno de 2,63 a 3,80 kg/leito.dia, com tendência ao aumento desta taxa, a exemplo dos países desenvolvidos. Os Estados Unidos apresentavam uma taxa de geração em torno de 3,5 kg/leito.dia no final da década de 40, chegando a taxas superiores a 6 ou 8 kg/leito.dia nos anos de 1980. O fenômeno é atribuído ao elevado consumo de descartáveis e ao avanço da tecnologia (SCHNEIDER et al., 2001; MONREAL, 1993 apud MAGRINI et al., 2009)

Apresentado, de forma sucinta, situação atual de gestão e geração dos resíduos de serviço de saúde de alguns países pelo mundo, o subtítulo seguinte dedica-se a apresentar a situação nacional referente ao tema.

2.2 A gestão dos resíduos de serviço de saúde no Brasil

Conforme destacado por MAGRINI et al. (2009), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada no ano de 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresenta um panorama sobre as condições de saneamento básico de diversos municípios brasileiros. A pesquisa abrangeu 5.507 municípios das 27 Unidades da Federação e concentrou-se em quatro temas principais, dentre estes limpeza urbana e coleta de lixo.

A PNSB 2000 quantificou que somente 10% dos resíduos urbanos coletados no Brasil ofereciam risco à saúde e ao ambiente em potencial. Neste estudo, os resíduos de serviço de saúde representaram 1,78% (4072,5 toneladas) do total gerado no Brasil diariamente (228.413 toneladas). Acrescentava também que, dos 5507 municípios brasileiros, 3466 cidades (62,9% do total) realizavam a coleta do lixo séptico, sendo que 1696 municípios (30,8% do total) lançavam esses resíduos em vazadouros juntamente com outros resíduos e apenas 539 municípios (9,8% do total) destinavam os resíduos de serviço de saúde em aterro para resíduos especiais.

Apesar da abrangência nacional e da quantidade de informações disponibilizadas, estes números devem ser analisados com ressalvas. Esta pesquisa, embora oficial, pode não retratar fidedignamente o panorama do Saneamento Básico no Brasil, sendo necessário avaliar a confiabilidade dos números apresentados (NETO, 2006; FARIAS, 2005). A própria redação da PNSB constata a precariedade quanto à confiabilidade dos dados, uma vez que a metodologia baseou-se em visitas aos municípios e entrevistas às prefeituras e prestadoras de serviços de saneamento no País.

As fontes das informações coletadas pelos pesquisadores do IBGE são os órgãos responsáveis pela execução dos serviços de limpeza urbana, na grande maioria a própria prefeitura da cidade (88% dos municípios). No entanto, alguns informantes podem ter sido demasiadamente otimistas de modo a evitar a exposição de deficiências do sistema (IBGE, 2002, p.49).

Especificamente no Brasil, nota-se que os resíduos de serviço de saúde, ainda hoje, não recebem manejo, controle, tratamento e destinação corretos. Contudo, atualmente notam-se melhorias quanto à gestão desta parcela de resíduos.

Em 2008, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB 2008), realizada pelo IBGE, apresentou algumas dessas evoluções. Observou-se que houve redução da quantidade gerada de resíduos de serviço de saúde (relativa e diária), bem como melhoria na coleta e destinação final dos resíduos. O percentual de Resíduo de Serviço de Saúde (geração de 891 ton/dia) presente nos resíduos sólidos urbanos (geração de 259.547 ton/dia) reduziu para 0,35%. Quanto à coleta e destinação, dos 5564 municípios brasileiros, 4469 cidades (80,2% do total) realizavam a coleta de resíduos de serviço de saúde. Cerca de 1060 municípios (19,0% do total), lançavam resíduos em vazadouros juntamente com outros resíduos; 992 municípios (17,8% do total) destinavam em aterro sob controle; 2603 municípios (46,9% do total) não realizavam nenhum tipo de tratamento ou o faziam de modo inadequado (queima a céu aberto ou

queima em forno simples) e apenas 2218 municípios (39,9% do total) realizavam algum tipo de tratamento adequado (incineração, autoclaves ou microondas).

Outra fonte de dados sobre geração, coleta e tratamento dos resíduos de serviço de saúde é o Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil (2009) publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e resíduos Especiais (ABRELPE). A metodologia para o levantamento de dados sobre resíduos sólidos urbanos e de Serviços de Saúde consiste exclusivamente nas pesquisas diretas realizadas pela ABRELPE junto aos Municípios com a aplicação de um questionário. A pesquisa englobou um universo de 364 municípios, abrangendo aproximadamente 81,6 milhões de habitantes ou 51,4% da população urbana total do Brasil (158,6 milhões de habitantes). Todavia, os dados apresentados estão sujeitos a considerável imprecisão por pelo menos dois importantes motivos. Primeiro, a pesquisa ABRELPE é efetuada junto às administrações municipais e, como a gestão dos resíduos de serviço de saúde é de responsabilidade dos geradores, os dados informados pelo Poder Público restringem-se, usualmente, aos resíduos gerados em suas unidades próprias, deixando de abranger uma importante parcela de estabelecimentos geradores de resíduos. Segundo, a metodologia da pesquisa envolve projeções estatísticas referentes aos resíduos sólidos urbanos através do tratamento das informações baseadas apenas nos poucos municípios entrevistados.

O Quadro 04 apresenta um retrato das diversas regiões do país e para o Brasil como um todo, relativo aos resíduos Sólidos de Saúde. Pode-se observar que em 2009, a Região Sudeste foi responsável por gerar cerca de 70% dos resíduos de serviço de saúde coletados.

Região	2008	2009		
	Índice (kg/habitante.ano)	População Urbana	Resíduo de Serviço de Saúde Coletado (ton/ano) e % correspondente ao total	Índice (kg/habitante.ano)
Norte	0,662	11.482.246	7.968 (3,60%)	0,694
Nordeste	0,813	38.024.507	31.712 (14,33%)	0,834
Centro-Oeste	1,232	11.976.679	17.768 (8,03%)	1,484
Sudeste	2,003	74.325.454	152.844 (69,08%)	2,056
Sul	0,407	22.848.997	10.978 (4,96%)	0,480
BRASIL	1,333	158.657.883	221.270 (100%)	1,395

Quadro 04 - Quantidade total coletada de resíduos de serviço de saúde por região e no Brasil

(Fonte: ABRELPE 2009)

Segundo a pesquisa, os municípios que, total ou parcialmente, prestam serviços de coleta de Resíduo de Serviço de Saúde, dão diferentes destinações aos resíduos coletados. Apesar das normas federais aplicáveis aos resíduos de serviço de saúde (CONAMA e ANVISA) estabelecer que determinadas classes, cujos resíduos sejam potencialmente infectantes necessitem de tratamento prévio à sua disposição, alguns municípios encaminham tais resíduos para aterros sanitários, aterros controlados e lixões sem atender tal procedimento. O Gráfico 01 apresenta as formas de destinação final dada aos resíduos de serviço de saúde coletados pelo conjunto de municípios.

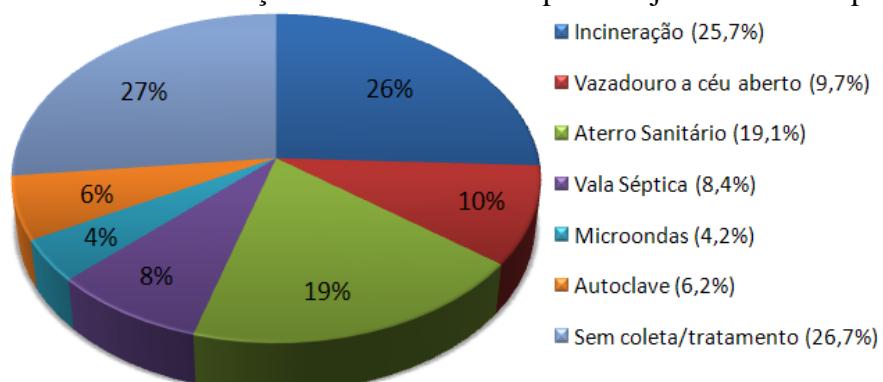


Gráfico 01 - Distribuição (%) dos municípios em função da destinação dada aos resíduos de serviço de saúde coletados (Fonte: ABRELPE 2009)

Diferentes alternativas de tratamento podem ser aplicadas aos resíduos de serviço de saúde, especialmente àqueles que apresentam características patogênicas. O Quadro 05 apresenta – de forma aproximada – a capacidade instalada para tratamento dos resíduos de serviço de saúde existente no Brasil segundo as três principais tecnologias utilizadas. Mais adiante, no tópico 5.2.8 será apresentado, de maneira mais detalhada, o princípio envolvido em cada uma destas alternativas.

Região	Capacidade Instalada em 2009 (ton/ano) por Tecnologia de Tratamento			
	Autoclave	Incineração	Microondas	TOTAL
Norte	-	1.250	-	1.250
Nordeste	5.300	16.700	-	22.000
Centro-Oeste	3.120	8.300	-	11.420
Sudeste	69.850	27.600	47.100*	144.550
Sul	22.460	4.990	3.740	31.190
BRASIL	100.730	58.840	50.840	210.410

* A estes dados foram somadas 31.200,00 t/ano que são tratadas por Desativação Eletrotérmica – ETD, uma vez que as tecnologias trabalham dentro do espectro eletromagnético.

Quadro 05 - Capacidade instalada de tratamento de resíduos de serviço de saúde por região e no Brasil (Fonte: ABRELPE 2009)

Comparando o Quadro 04 e o Quadro 05, observa-se, num primeiro instante, uma deficiência nacional em capacidade instalada de tratamento dos resíduos de serviço de saúde. Enquanto no ano de 2009 aproximadamente 221 mil toneladas de resíduos foram geradas, o país apresentou apenas capacidade instalada de tratamento para 210 mil toneladas. Ou seja, o país gerou cerca de 0,05% a mais de resíduos que a capacidade suporte de tratamento. Apenas a Região Sul do Brasil apresentou capacidade instalada de tratamento superior à quantidade de resíduos gerados.

Todavia, algumas visões otimistas podem ser obtidas através desses números. Comparando dados do ano de 2008 e 2009 da ABRELPE, houve um aumento na capacidade nominal e relativa de tratamento dos resíduos. Comparando com o ano de 2008, onde 209 mil toneladas de resíduos de serviço de saúde foram geradas, houve em 2009 um crescimento de 0,06% na geração de resíduos. Por outro lado, a capacidade instalada de tratamento teve um aumento de 27,3% comparando o ano de 2008 (capacidade instalada de 165 mil toneladas). Isso ocorreu principalmente pelos investimentos advindos da iniciativa privada.

Outro fator positivo refere-se ao fato de, ao averiguar melhor os dados apresentados, percebe-se que a capacidade instalada de tratamento para resíduos potencialmente infectantes não tem sido o principal problema para o gerenciamento adequado de resíduos de serviço de saúde. Considerando que entre 15 - 25% (ANVISA 2008) do total refere-se à parcela infectante, das 221 mil ton/ano geradas, uma média nacional de 33 mil a 55 mil toneladas/ano ou cerca de 92 a 153 ton/dia são compostos por resíduos que necessitem de algum tratamento antes da sua disposição final. Sendo assim, a capacidade nacional instalada de tratamento de resíduos potencialmente infectantes (210 mil ton/ano) poderia atender a demanda que precisaria de tal tratamento.

Apresentada a gestão atual dos resíduos de serviço de saúde, o capítulo seguinte abordará o histórico a respeito das normas e resoluções nacionais atribuídos aos resíduos de serviço de saúde e como suas sucessivas modificações contribuíram para dificultar sua aplicabilidade e fiscalização pelos órgãos responsáveis.

CAPÍTULO III - HISTÓRICO SOBRE REGULAMENTAÇÕES E LEGISLAÇÃO REFERENTE AOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Como visto, os resíduos de serviço de saúde apresentam inúmeras definições tanto no cenário nacional quanto mundial. A definição e denominação específica do termo “Resíduos de serviço de saúde” foram empregadas pela primeira vez em 1º de Abril de 1993, quando a ABNT publicou a NBR 12807 - Terminologia. A norma definia resíduos de serviço de saúde como resíduos resultantes das atividades exercidas por estabelecimentos de serviço de saúde destinados à prestação de assistência sanitária à população.

Apesar da recente elaboração do termo e de séculos de atividades relacionadas à área da saúde, foi somente a partir de 1930 que começaram a surgir os primeiros materiais bibliográficos a respeito dos resíduos de serviço de saúde. Estes tinham como principal preocupação o destino dos resíduos.

Quase uma década após, os resíduos hospitalares começaram a ser eliminados do ambiente através de incineradores, única forma de tratamento existente na época, e, portanto, com muitas desvantagens no processo, como emissão descontrolada de gases tóxicos e poluentes.

Na década de 50, surgem os debates iniciais quanto aos resíduos radioativos, principalmente no tocante do correto manuseio, que, ainda hoje, é fato bastante preocupante.

Segundo MEYER (2006), por volta de 1960, quase 30 anos após sua utilização, iniciam as discussões e as publicações acerca dos incineradores, tendo em vista a preocupação com a dispersão de gases poluentes na atmosfera, bem como a necessidade de um controle intenso para impedir que inúmeras doenças atingissem a população durante a aplicação de tal tecnologia. Desta forma, o debate, anteriormente referente à destinação do resíduo, passou a ser sobre a tecnologia de tratamento então utilizada, levando as autoridades e a população a se preocupar com o assunto. O National Environmental Policy Act (NEPA) - Ato Nacional sobre o Meio Ambiente - aprovado em 1969 nos Estados Unidos, incluiu os resíduos como parte das metas do governo Federal, que consolidado pelo Conselho de Qualidade Ambiental, assumiu o compromisso de manter a qualidade do meio ambiente.

No ano de 1970, foi criada a Environmental Protection Agency (EPA), instituição encarregada de proteger a saúde humana e ambiental, sendo até hoje a agência mais

ativa para este fim. Ressalta-se também, que a Environmental Protection Agency é a Agencia Federal com maior importância na administração dos resíduos infecciosos e perigosos, com representação em diversos estados americanos, e com reconhecimento internacional. Naquela época, a definição da Environmental Protection Agency para resíduos de serviço de saúde consistia em “resíduos gerados do diagnóstico, tratamento ou imunização de seres humanos, animais, e de material de pesquisa, assim como testes de agentes biológicos, não incluindo, portanto, nenhum tipo de resíduo perigoso ou domiciliar”.

No Brasil, em dezembro de 1977, foi editada então a Portaria 400 do Ministério da Saúde dispondendo sobre normas e padrões de instalação e construção de incineradores, tratando a problemática dos resíduos de serviço de saúde neste cenário. Esta portaria, porém, continha poucas orientações acerca dos resíduos, mas estabelecia que o tratamento destes, além das posturas da Autoridade Sanitária e das Prefeituras locais, deveria atender algumas especificações, como espaços e equipamentos necessários à coleta higiênica nos hospitais e segregação do lixo de natureza séptica (potencialmente contaminada) e asséptica (sem contaminação). Estabelecia ainda que o resíduo de natureza biológica deveria ser sempre tratado por incineração, definindo que o resíduo biológico como “aquele composto por restos dos produtos oficiais, utilizados no tratamento dos pacientes; fragmentos de tecidos e outros resíduos provenientes das Unidades de Centro Cirúrgico, Centro Obstétrico e Serviços de Laboratório de Patologia Clínica e Anatomia Patológica e Hemoterapia; e resíduos provenientes da limpeza de todas as unidades destinadas à internação ou tratamento de pacientes”.

Dois anos após a publicação da Portaria 400/1977 do Ministério da Saúde, em março de 1979, o Ministério do Interior (MINTER) lançou a Portaria Ministerial 53. Tal portaria estabelecia normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, a fim de serem extintos os lixões, vazadouros ou depósitos de lixo a céu aberto, no menor prazo possível. Considerando os problemas resultantes da disposição e descarte incorretos dos resíduos sólidos, a portaria estabelecia também que todos os resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos e/ou condenados, inclusive os de estabelecimentos hospitalares e congêneres, assim como alimentos e outros produtos de consumo humano, deveriam ser adequadamente acondicionados e conduzidos em transporte especial, nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle da poluição ambiental, e, em seguida, obrigatoriamente incinerados.

Tendo em vista que, no Brasil, depois de sancionada a portaria Ministerial 53, inúmeros lixões surgiram para despejo dos resíduos a céu aberto, bem como queima dos mesmos ao ar livre, conclui-se que esta não foi cumprida em sua totalidade. Umas das possíveis razões para o desuso e não cumprimento desta portaria devia-se à falta de correlação entre a disposição incorreta dos resíduos e as doenças na população. Isto porque, até o ano de 1986, nos Estados Unidos, a Environmental Protection Agency afirmava não existir evidências comprobatórias de que o gerenciamento incorreto dos resíduos de serviço de saúde e as doenças infecciosas existentes na população em contato com esses resíduos tivessem, de fato, uma relação. Além disso, segundo a Environmental Protection Agency, os resíduos infecciosos ainda não apresentavam definição universalmente aceita, e ainda não havia sido estabelecida nenhuma regulamentação, com efeito de legislação propriamente dita, para o gerenciamento dos mesmos.

Isto mudou quando, na metade da década de 80, o aparecimento nas praias da Califórnia, EUA, de agulhas, seringas e material resultante do processo de trato à saúde, suspeitamente proveniente de unidades de serviço de saúde daquele país, gerou uma reação popular muito forte, levando o Congresso Americano a promulgar o Medical Waste Tracking Act (MWTA), em 1988 (EPA, 1990 *apud* FERREIRA, 2000). O MWTA determinou a criação de um programa de dois anos de estudo levantando como era feito o gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde nos países desenvolvidos, incluindo novas tecnologias de tratamento e disposição final. Mesmo antes de terminado o estudo, foi proposto um modelo diferenciado de gestão para os resíduos de serviço de saúde classificados como infectantes à época – modelo este que de imediato passou a integrar as legislações de proteção à saúde e ao meio ambiente dos principais países desenvolvidos. Porém, não existia na época estudos epidemiológicos sobre doenças que possam ter seu nexo causal com resíduos de serviço de saúde, o que levou a vários autores a questionarem a elaboração de um modelo diferenciado em detrimento do aprimoramento do modelo existente que abrangia em conjunto os resíduos domiciliares e infectantes de resíduos de serviço de saúde, até então não diferenciados. Terminado os dois anos de estudo sobre o tema, o MWTA concluiu que o potencial de causar dano de um Resíduo de Serviço de Saúde infectante era maior no local de geração, perdendo força após este ponto, reduzindo-se a zero na proporção em que houvesse um processo que garantisse seu acondicionamento íntegro de trânsito até o destino final apropriado. Com isso, determinou a Environmental Protection Agency

(EPA) - Agência Americana de Proteção Ambiental - que o risco para a população em geral de doenças causadas pela exposição aos resíduos de serviço de saúde infectantes é muito menor que o risco ocupacional dos indivíduos a eles expostos, sendo então muito mais uma preocupação de saúde do trabalhador do que uma preocupação ambiental generalizada (EPA, 1990, *apud* FERREIRA, 2000). Somente em findos da década de 80, através do Center for Disease Control (CDC), ligado ao Department of Health and Human Services (HHS) que o controle de infecções, atualmente encarado como preocupação universal e imprescindível para proteção da saúde do trabalhador, ganhou regras e procedimentos. Este classificou os resíduos infecciosos em quatro categorias principais: resíduos de laboratório e microbiologia; sangue e hemoderivados; resíduos patológicos e resíduos cortantes.

Em 1991 o relatório da Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR intitulado “Os efeitos dos resíduos de serviço de saúde sobre a saúde pública”, concluiu que “os resíduos de serviço de saúde infectantes não apresentam maior risco para o meio ambiente e a população em geral, podendo ser tratados de várias formas, inclusive dispostos em aterros sanitários, desde que tomadas precauções que evitem o contato dos trabalhadores com os resíduos.” (RIBEIRO, V. 2008).

No Brasil, os resíduos sólidos, entraram em questão e passaram a ser tratados constitucionalmente por meio de artigos relacionados à saúde e ao meio ambiente com a promulgação da Constituição Federal de 1988. A Constituição Federal, através de seu artigo 23, determina ser competência comum da União, Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. Já no artigo 200 (incisos IV e VII), verifica-se que compete ao Sistema Único de Saúde participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico, colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho, além de outras atribuições. O mais importante é que através da Constituição Federal tornou-se competência do Poder Público controlar e fiscalizar as atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, fixando normas, diretrizes e procedimentos que devem ser observados por todos os setores.

Após a década de 80, portanto, começaram a surgir às primeiras leis e normas específicas para o tema em questão. Após décadas de uso dos incineradores hospitalares, estudos concluíram que este não é um método absolutamente seguro para a esterilização dos resíduos de serviço de saúde. Considerando que em avaliações bacteriológicas de incineradores hospitalares referidas em estudos técnicos, constatava-

se a presença de alguns microrganismos vivos, esse processo, contestado tanto cientificamente como rejeitado pela população, se tornou inaceitável por ser um procedimento inadequado. Desta forma, criou-se através da Resolução CONAMA 001/1991, uma Câmara Técnica Especial para analisar, emitir parecer e encaminhar ao Plenário do CONAMA, em regime de urgência, a proposta de alteração da Portaria 053/1979 no que se refere à questão da incineração dos resíduos de qualquer natureza gerados no país. Assim, no mesmo ano, foi elaborada a Resolução CONAMA 006/1991, onde resolveu desobrigar a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos, ressalvados os casos previstos em lei e acordos internacionais; conferindo aos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente autoridade para estabelecer, aos Estados e Municípios que optarem por não incinerar os resíduos sólidos, normas para tratamento especial como condição para licenciar a coleta, o transporte, o acondicionamento e a disposição final.

Em 1992, realizou-se no Rio de Janeiro, a ECO 92 ou Rio 92, nome pelos quais é mais conhecida a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD). O seu objetivo principal era buscar meios de conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra. A Conferência consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável e contribuiu para a mais ampla conscientização referente aos danos ao meio ambiente.

A partir desse evento, inúmeras normas e resoluções foram elaboradas a respeito da temática de resíduos tanto pelo Ministério da Saúde (MS), através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) assim como pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No entanto, tais regulamentações foram bastante fragmentadas e sucessivamente alteradas, dificultando bastante sua compreensão e aplicação, uma vez que se percebe a ausência de diretrizes mais claras, que orientem o cumprimento das leis, resultado da falta de integração entre os inúmeros órgãos envolvidos com a sua elaboração e aplicação.

Já no ano seguinte à Conferência das Nações Unidas, foi publicada a Resolução CONAMA 005/1993. Esta norma estabelecia a classificação e normas mínimas para o tratamento dos resíduos sólidos oriundos de estabelecimentos de serviços de saúde, mas incluía outros setores como portos e aeroportos, bem como terminais ferroviários e rodoviários. Além do mais, obrigava a apresentação do Plano de Gerenciamento de

resíduos Sólidos (PGRSS), atribuindo responsabilidade ao gerador, pelo gerenciamento de todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos, obrigando o tratamento para resíduos do Grupo A (recomendando a esterilização a vapor ou incineração) e exigia que houvesse licenciamento ambiental para a implantação de sistemas de tratamento e destinação final dos resíduos. O Quadro 06 apresenta, de forma resumida, a classificação dos resíduos sólidos oriundos dos grupos geradores englobados na Resolução CONAMA 005/1993.

GRUPO A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido a presença de agentes biológicos.
Incluía também os objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes, vidros quebrados, provenientes de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde; assim como animais mortos a bordo dos meios de transporte, objeto desta Resolução.
GRUPO B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas.
GRUPO C: Rejeitos radioativos.
GRUPO D: resíduos comuns. Incluíam todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Quadro 06 - Classificação dos resíduos sólidos gerados oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários estabelecido em 1993 pelo CONAMA.

(Fonte: CONAMA 005/1993)

Em 1998, ABNT elaborou a NBR 12.808/1998, alterando a classificação dos resíduos de serviço de saúde, reunindo-os em apenas três grupos. O Quadro 07 apresenta a classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecidos naquele período.

Classe A - resíduos Infectantes
Este grupo recebeu sete subdivisões, sendo estes: A1 - Biológico; A2 - Sangue e hemoderivados; A3 - Cirúrgico anatomapatológico e exsudato; A4 - <i>Perfurante ou cortante</i> (o grifo é meu); A5 - Animal contaminado; e A6 - Assistência ao paciente.
Classe B - resíduos Especiais
Este grupo recebeu três subdivisões, sendo estes: B.1 - Rejeito radioativo; B.2 - Resíduo farmacêutico; e B.3 - Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10004.

Classe C - resíduos Comuns

Todos aqueles que não se enquadram nas classes A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública.

Quadro 07 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecidos em 1998 pela ABNT

(Fonte: NBR 12.808/1998)

Cerca de três anos depois, em 2001, uma nova resolução, a CONAMA 283/2001, atribuiu a definição de resíduos de serviço de saúde àqueles provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; provenientes de centros de pesquisa, necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e aqueles provenientes de barreiras sanitárias. A Resolução CONAMA 283/2001 apresentava inclusive uma classificação mais abrangente dos resíduos de serviço de saúde, incluindo outros resíduos que não estavam contemplados na resolução anterior, conforme descrito resumidamente no Quadro 08.

Resíduos Grupo A - resíduos que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos.

Inóculo, mistura de microrganismos e meios de cultura inoculados; sangue, hemoderivados, órgãos, excreções, secreções, líquidos orgânicos procedentes de pacientes; animais (inclusive os de experimentação e os utilizados para estudos), carcaças, e vísceras, suspeitos de serem portadores de doenças transmissíveis e os morto a bordo de meios de transporte; *objetos perfurantes ou cortantes, provenientes de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde* (o grifo é meu); resíduos de sanitários de pacientes; resíduos advindos de área de isolamento; lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) de estabelecimento de saúde; e resíduos provenientes de áreas endêmicas ou epidêmicas definidas pela autoridade de saúde competente.

Resíduos Grupo B - resíduos que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente devido as suas características física, químicas e físico-químicas.

Resíduos Grupo C - resíduos radioativos.

Resíduos Grupo D - resíduos comuns. São todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Quadro 08 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecidos em 2001 pelo

CONAMA (Fonte: CONAMA 283/2001)

Menos de dois anos depois, em 2003, a ANVISA publicou a Resolução RDC 33/2003. Nesta, ficaram definidos como geradores de resíduos de serviço de saúde todos os serviços que prestem atendimento à saúde humana ou animal, assim como serviços de acupuntura, tatuagem, estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde, indústrias farmacêuticas e bioquímicas, unidades móveis de atendimento à saúde e demais serviços relacionados ao atendimento à saúde que gerem resíduos perigosos. A partir dessa resolução, foram excluídos os portos, aeroportos e sistema ferroviário. Todavia, novamente, uma nova classificação foi proposta para o manejo seguro desses resíduos, subdividindo os resíduos do Grupo A (Potencialmente Infectantes) em 7 subgrupos e os resíduos do Grupo B (Químicos) em 8 subgrupos e inovando por atribuir uma classe específica para os resíduos perfurocortantes. O Quadro 09 apresenta resumidamente a classificação estabelecida pela Resolução ANVISA RDC 33/2003.

<p>GRUPO A - POTENCIALMENTE INFECTANTES - resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Enquadram-se neste grupo:</p> <p>A1 - Culturas e estoques de agentes infecciosos de laboratórios industriais e de pesquisa;</p> <p>A2 - Bolsas contendo sangue ou hemocomponentes;</p> <p>A3 - Peças anatômicas (tecidos, membros e órgãos) do ser humano e feto</p> <p>A4 - Carcaças, peças anatômicas e vísceras de animais;</p> <p>A5 - resíduos que contenham ou sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco IV;</p> <p>A6 - Kits de linhas arteriais endovenosas e dialisadores, quando descartados;</p> <p>A7 - resíduos sólidos com suspeita de contaminação com proteína priônica .</p>
<p>GRUPO B - QUÍMICOS - resíduos contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Enquadram-se neste grupo:</p> <p>B1 - resíduos dos medicamentos ou dos insumos farmacêuticos que oferecem risco.</p>

B2 - resíduos dos medicamentos ou dos insumos farmacêuticos que não oferecem risco.
B3 - resíduos e insumos farmacêuticos controlados pela Portaria 344/1998 do MS.
B4 – Saneantes, desinfetantes e desinfestantes;
B5 - Substâncias para revelação de filmes usados em Raios X;
B6 - resíduos contendo metais pesados;
B7 – Reagentes para laboratório, isolados ou em conjunto;
B8 – Outros resíduos contaminados com substâncias químicas perigosas.
GRUPO C - REJEITOS RADIOATIVOS
GRUPO D - resíduos COMUNS – São todos os resíduos gerados nos serviços abrangidos por esta resolução que, por suas características, não necessitam de processos diferenciados relacionados ao acondicionamento, identificação e tratamento, devendo ser considerados resíduos sólidos urbanos.
GRUPO E – PERFUCORTANTES – São os objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar.

Quadro 09 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecida em 2003 pela ANVISA

(Fonte: *Resolução RDC 33/2003*)

No ano seguinte, outra resolução foi emitida pela ANVISA. Além de alterar a definição e composição dos estabelecimentos geradores de resíduos de serviço de saúde, a Resolução RDC 306/2004 estabeleceu uma nova classificação, subdividindo desta vez apenas os resíduos incluídos no Grupo A (Possível presença de agentes biológicos). Apresenta-se a seguir, no Quadro 10, a classificação resumida proposta pela Resolução ANVISA RDC 306/2004.

GRUPO A - resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.
A1 - Culturas e estoques de microrganismos;
A2 - Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais;
A3 - Peças anatômicas (membros) e produto de fecundação sem sinais vitais,
A4 - Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
A5 - resíduos com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

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.
GRUPO C - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos.
GRUPO D - resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
GRUPO E - Materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Quadro 10 - Classificação dos resíduos de serviço de saúde estabelecida em 2004 pela ANVISA

(Fonte: *Resolução RDC 306/2004*)

Novamente, um ano se seguiu, e uma nova resolução foi elaborada. Após revisar a resolução anterior, o Ministério do Meio Ambiente publicou a Resolução CONAMA 358/2005 com objetivo de aprimorar as informações quanto ao tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Dessa vez, a revisão resultou numa classificação harmonizada com a da ANVISA, e definiu os resíduos de serviço de saúde que devem ser tratados antes da disposição final, em aterros licenciados. Esta classificação já foi apresentada no Capítulo I no Quadro 01.

Foi somente cinco anos depois, em 2010, após sancionada a Lei nº 12.305, instituindo a Política Nacional de resíduos Sólidos (PNRS), que o tema referente a resíduos de serviço de saúde foi novamente abordado por uma regulamentação. A PNRS aborda o gerenciamento de resíduos sólidos em geral, e apesar de não tratar diretamente sobre o tema, pode-se observar que incluem os resíduos de serviço de saúde com característica semelhante aos resíduos domésticos e os resíduos perigosos – englobando, portanto, segundo definição de periculosidade da NBR 10.004, os resíduos com potencial infectante, os quimicamente perigosos e os radioativos. Alguns dos objetivos apresentados pela PNRS incluem a não-geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; e redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos.

Atualmente no Brasil, não há um banco de dados ou informações oficiais quanto ao volume gerado e destinação dos resíduos de serviço de saúde, o que resulta num grande desafio quanto ao seu gerenciamento. Todavia, se os Planos Nacional, Estaduais

e Municipais estabelecidos nessa Lei forem elaborados, esse desafio pode ser sanado, uma vez que o conteúdo mínimo desses planos deve apresentar o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e formas de destinação e disposição final adotadas; assim como a identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Importantes diretrizes na PNRS referem-se à destinação e penalidades decorrentes da disposição inadequada de resíduos. Segundo versa o Artigo 47 “ficam proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos: lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para esta finalidade”. O Artigo 54 reza que as mesmas penas aplicadas ao gerador incorrerão a quem “manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento”, incluindo, portanto não somente o estabelecimento gerador, bem como a empresa responsável pelo transporte, tratamento e destinação final dos resíduos de serviço de saúde.

Em 23 de dezembro de 2010, findando seu mandato, o ainda presidente, Luiz Inácio “Lula” da Silva, publicou o Decreto nº 7.404, estabelecendo normas para execução da Política Nacional de resíduos Sólidos. O Artigo 39, aplicável especialmente aos resíduos de serviço de saúde potencialmente infectantes, versa que o “gerenciamento dos resíduos sólidos presumidamente veiculadores de agentes etiológicos de doenças transmissíveis ou de pragas, dos resíduos de serviços de transporte gerados em portos, aeroportos e passagens de fronteira, bem como de material apreendido proveniente do exterior, observará o estabelecido nas normas do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), relativamente à suas respectivas áreas de atuação”.

O estabelecimento dessas leis e diretrizes surge num contexto onde, atualmente, a temática sobre resíduos de serviço de saúde dispõe de diversas resoluções publicadas pelos órgãos federais, responsável pelas áreas de saúde (Ministério da Saúde/ANVISA) e meio ambiente (Ministério do Meio Ambiente/CONAMA). As resoluções e normas vigentes no Brasil são fundamentadas em conceitos diferenciados de riscos potenciais que estes grupos de resíduos representam em diversos estágios do seu gerenciamento,

incluindo os resíduos potencialmente infectantes. As principais vertentes entre os setores responsáveis por normatizar o assunto estão estabelecidas por diferentes olhares sobre o grau de patogenicidade e periculosidade desses resíduos, que resultaram na adoção de classificação e gerenciamento diferenciados. As divergências existentes repercutem na aplicabilidade das normas, uma vez que os esforços para fiscalização pelos órgãos responsáveis são prejudicados pelos conflitos de competência e até mesmo pelos conflitos explicitados nos textos norteadores dos procedimentos.

Porém, inúmeros pesquisadores têm discutido, e questionado, ao longo dos anos, se os resíduos de serviço de saúde Classe A (potencialmente infectantes) realmente necessitam de tratamento diferenciado ou se poderiam ser agrupados juntamente com os resíduos da Classe D (resíduos comuns), uma vez que grande parte dos resíduos gerados por estabelecimentos da área de saúde assemelha-se aos resíduos domiciliares, que em sua grande maioria não recebe nenhum tratamento específico, apenas a disposição final no solo. O próximo capítulo abordará a respeito do potencial risco infectante dos resíduos de serviço de saúde e as distintas opiniões de pesquisadores a respeito do assunto.

IV - CONSIDERAÇÕES ACERCA DO POTENCIAL INFECTANTE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES E DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Segundo a ABNT NBR 10004/2004, um resíduo é considerado patogênico se uma amostra representativa dele, obtida de acordo com a ABNT 10007, “contiver, ou se houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácidos desoxiribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais”. Desta forma, a patogenicidade é característica inerente de uma parcela dos resíduos de serviço de saúde pelo potencial que têm de apresentar agentes infectantes em sua composição, como microrganismos ou toxinas por estes produzidos, que possam a afetar principalmente a saúde humana.

Pode-se dizer que o potencial de risco patogênico/infectante relativo aos resíduos de serviço de saúde é um tema controverso. Conforme será apresentado a seguir, alguns autores defendem que a principal questão sobre os resíduos de serviço de saúde é sua maior periculosidade e risco infeccioso ao comparar com os resíduos domiciliares. Outros pesquisadores não acreditam, e afirmam ser desnecessária, a preocupação com os resíduos de serviço de saúde e seu risco à saúde pública e ambiental, uma vez que o percentual de resíduos infectantes é muito pequeno em relação à totalidade de resíduos de serviço de saúde.

De acordo com BIDONE *et al.* (2001), os resíduos de serviço de saúde são fontes potenciais de disseminação de doenças, podendo oferecer perigo tanto para a equipe de trabalhadores dos estabelecimentos de saúde e para os pacientes, como para os envolvidos na sua gestão. Segundo os autores, os resíduos de serviço de saúde constituem uma fonte de risco à saúde pública e ao meio ambiente, visto que, há uma carência na adoção de procedimentos técnicos adequados no manejo das diferentes frações existentes.

Algo relevante que deve ser salientado é que, para grande parte dos pacientes que sofrem métodos invasivos no tratamento ou diagnóstico de doenças, aumentam-se as chances de infecções, uma vez que os mesmos estão com sistema imunológico debilitado. Além dos microrganismos já presentes nos hospitais, somam-se aqueles presentes nos resíduos de serviço de saúde mal gerenciados, que podem contaminar as pessoas que o manipulam, como funcionários de limpeza, enfermeiros e médicos, bem como infectar os pacientes, visitantes e outros, levando mais uma vez a infecção

hospitalar. Em pesquisa realizada em 2001, segundo a Associação Paulista de Controle de Infecção Hospitalar, foram identificados que, 50% dos riscos de infecção podem ser relativos ao desequilíbrio da flora bacteriana do corpo do paciente e ao stress decorrente do meio em que está internado; 30% relativos ao despreparo dos profissionais; 10% relativos às instalações físicas inadequadas e 10% relativos ao mau gerenciamento dos resíduos. (APCIH, 1999)

Além disso, o manejo inadequado dos resíduos de serviço de saúde pode transcender o espaço dos estabelecimentos de saúde, resultando em riscos ao meio ambiente e a saúde da população, particularmente quando estes são levados para fora da unidade geradora para tratamento e disposição final, ocasionando num possível contato com este tipo de resíduo. Porém, os resíduos de serviço de saúde representam uma pequena parcela do total de resíduos gerados pela sociedade. Dessa parcela, cerca de 50 a 80% são resíduos semelhantes aos domésticos (WHO, 1998; BIDONE *et al.*, 2001). Todavia, a carga de patógenos contida nos resíduos de serviço de saúde e o tempo de sobrevivência dos microrganismos deverão ser levados em consideração ao ser avaliado o seu potencial de risco.

Segundo BIDONE *et al.* (2001), pouco se sabe sobre a capacidade de sobrevivência dos microrganismos existentes nos resíduos de serviço de saúde e de seu potencial em transmitir doenças. Para os autores, os microrganismos patogênicos possuem uma limitada capacidade de sobrevivência no meio ambiente; e sua resistência às condições de temperatura, umidade, radiações ultravioleta, disponibilidade de predadores e da disponibilidade de matéria orgânica são condicionantes importantes. Ressaltam ainda que, a alta temperatura do processo de decomposição é responsável pela não sobrevivência desses microrganismos por períodos prolongados.

Os estudos quanto à sobrevivência de microrganismos no meio ambiente estão limitados a poucas doenças. De acordo com BIDONE *et al.* (2001), esses estudos estão restritos principalmente ao vírus da Hepatite B e ao HIV. Segundo os autores, o primeiro pode sobreviver por semanas e, quando exposto ao etanol 70% permanece viável por mais de 10 horas a uma temperatura de 60°C. Quanto ao vírus do HIV, este é menos resistente, sobrevivendo de 3 a 7 dias em temperatura ambiente e 15 minutos à exposição de etanol 70%. Estudo realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB 2000), nos resíduos de serviço de saúde foram encontrados vírus como da pólio tipo I, das hepatites tipos A e B, fungos e bactérias e, entre as bactérias, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*.

O Quadro 11 apresenta o tempo de sobrevivência de alguns tipos de bactérias e vírus presentes em resíduos sólidos. De acordo com os dados apresentados observa-se que poucos são os microrganismos persistentes no ambiente, como a bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, o Pólio vírus tipo I e o da hepatite B. Especificamente em relação às bactérias, BIDONE *et al.* (2001) concluem ainda que pouco se sabe sobre a sua sobrevivência nos resíduos de serviço de saúde e uma das explicações para o seu tempo de sobrevivência seria a presença de antissépticos nos mesmos. Além disso, ainda segundo o mesmo autor, estudos mostraram que a concentração de microrganismos patogênicos nos resíduos de serviço de saúde não é maior que aquela encontrada nos resíduos sólidos urbanos, com exceção daqueles que contêm culturas de patógenos e excretas de pacientes.

Microrganismos	Tempo de Sobrevivência (dias)
Coliformes fecais	35
<i>Leptospira interrogans</i>	15 – 43
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	150 – 180
<i>Salmonella thyphi</i>	29 – 70
<i>Salmonella paratyphi</i>	29 – 70
<i>Salmonella SP</i>	29 – 70
<i>Shiguella</i>	2 – 7
<i>Entamoeba histolytica</i>	8 - 12
Larvas de vermes	25 - 40
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	150 – 180
<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos)	2000 – 2500
Enterovirus	20 – 70
<i>Poliovirus</i> - Pólio Tipo I	20 – 170
Vírus da Hepatite B	Algumas semanas
Vírus HIV	3 – 7

Quadro 11 - Tempo de sobrevivência de alguns microrganismos em resíduos sólidos

(Fonte: WHO, 1993, apud BIDONE *et al.*, 2001)

De acordo com FERREIRA (2000), até recentemente os resíduos domiciliares eram considerados como de pequeno risco para o ambiente. Atualmente, considera-se que representam uma ameaça à integridade do ambiente e contêm itens que podem ser classificados como perigosos, seja pela introdução de novos produtos na vida moderna

ou pelo maior conhecimento dos impactos de determinados materiais no ambiente e a quantidade desses materiais incorporados à vida moderna.

Microrganismos e outros patógenos, presentes na composição dos resíduos domiciliares, resultam em riscos à saúde humana pela transmissão de doenças infecciosas, e estes são encontrados em substâncias do corpo humano como sangue, fezes, exsudatos², secreções e fluidos em geral. Tais microrganismos são transferidos à massa de resíduos domiciliares através de papéis ou absorventes higiênicos, lenços de papel, preservativos, curativos e seringas descartáveis (CIMINO *et al.*, 1987; COLLINS *et al.*, 1992; BURKE, 1994; FERREIRA, 1997).

O Quadro 12 apresenta resultados de concentração microbiológica média encontrada em resíduos domiciliares, segundo estudos de três autores, variando em cada estudo, o tipo de patógeno encontrado.

Autor do Estudo	Microrganismo Pesquisado	Concentração (média aritmética/g) presente no Resíduo Domiciliar
Althaus et al, 1983	Bactéria aeróbia	$7,2 \times 10^6$
	Coliforme	$8,4 \times 10^5$
	<i>Escherichia coli</i>	$1,3 \times 10^5$
Kalnowski et al, 1983	Bactéria aeróbia	$6,1 \times 10^9$
	Bactéria Gram negativa	$6,0 \times 10^7$
	<i>Streptococcus sp</i> - Grupo D	$1,0 \times 10^7$
	Facultativas anaeróbias	$9,6 \times 10^6$
Jager et al, 1989	Bactéria total	$2,5 \times 10^8$
	<i>Streptococcus sp</i>	$1,0 \times 10^7$
	Facultativas aeróbias	$2,0 \times 10^3$

Quadro 12 - Concentração bacteriológica (média aritmética/g) presente em resíduos domiciliares segundo estudos de três autores (Fonte: adaptado de FERREIRA in SISINNO *et al.*, 2000 . p. 24)

Os dados apresentados no Quadro 13 permitem comparar a existência de microrganismos semelhantes na composição dos resíduos domiciliares e hospitalares sendo que, a quantidade de bactérias presentes nos resíduos domiciliares é superior àquela encontrada nos resíduos hospitalares.

² Exsudatos: Fluidos, como o pus, que passam através das paredes vasculares em direção aos tecidos adjacentes. Estes fluidos envolvem células, proteínas e materiais sólidos. O exsudato pode escorrer de incisões ou locais onde haja inflamação ou infecção. (Enciclopédia Ilustrada de Saúde)

Autor do Estudo	Microrganismos	Concentração presente em resíduos domiciliares (média aritmética/g)	Concentração presente em resíduos Hospitalares (média aritmética/g)
Althus et al, 1983	Bactéria Aeróbia	$7,2 \times 10^6$	$5,7 \times 10^5$
	Coliformes	$8,4 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$
	<i>Escherichia coli</i>	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^4$
Jager et al, 1989	Bactéria total	$2,5 \times 10^8$	$3,5 \times 10^5$
	<i>Streptococcus sp</i>	$1,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^3$
	Aeróbias facultativas	$2,0 \times 10^3$	$6,3 \times 10^2$

Quadro 13 - Comparaçao entre a concentração (média aritmética/g) de microrganismos presentes em resíduos domiciliares com resíduos hospitalares. (Fonte: adaptado de MACHADO, 2002)

Segundo MACHADO (2002), os resíduos domésticos podem apresentar grau de contaminação entre 10 a 100.000 vezes maior que o hospitalar, uma vez que um terço da composição total dos resíduos sólidos hospitalares pode estar descontaminado.

FERREIRA (1997) estabelece uma semelhança entre os resíduos de serviço de saúde e os resíduos domiciliares ao afirmar que, apesar de diferenciar em concentração, os resíduos domiciliares e de serviço de saúde apresentam componentes semelhantes, que representam riscos para a saúde humana e para o ambiente.

O Quadro 14 relaciona alguns patógenos encontrados em áreas de disposição de resíduos com as respectivas patologias que podem ocorrer pela contaminação do indivíduo pela exposição ao microrganismo. Segundo o SCARPINO *et al.* (1979), apesar do estudo não quantificar a concentração de patógenos encontrada, é possível observar qualitativamente o tipo de microrganismo que pode ser encontrado na área de disposição de resíduos domiciliares e o respectivo dano causado à saúde.

Microrganismo	Danos à saúde
<i>Clostridium sp</i>	Intoxicação alimentar, diarréia
<i>Listeria sp</i>	Abscessos
<i>Moraxella SP</i>	Infecção do trato urinário
<i>Pasteurella SP</i>	Distúrbios gastrointestinais
<i>Salmonella SP</i>	Intoxicação alimentar
<i>Shigella sp</i>	Infecção Intestinal

Quadro 14 - Exemplos de patógenos isolados em áreas de disposição de resíduos e o respectivo dano à saúde (Fonte: SCARPINO *et al.*, 1979.)

Estudos mais recentes foram realizados visando quantificar, propriamente no resíduo domiciliar, o percentual presente de resíduos potencialmente infectantes. Estudo realizado por CUSSIOL *et al* (2006) na cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, classificou como resíduos potencialmente infectantes presentes no resíduo domiciliar, “resíduos contendo fezes humanas e de animais, urina, sangue e fluidos corpóreos e aqueles que oferecem risco de acidente por perfuração e corte”. Tais resíduos foram subdivididos em ***não perfurocortantes*** (papel higiênico, absorvente higiênico, fraldas descartáveis de uso infantil e adulto, preservativo masculino, materiais para curativo (algodão, gaze, band-aid, atadura); máscara descartável, luvas, toalhas de papel e embalagens de soro fisiológico); e ***perfurocortantes*** (agulhas de injeção, seringas com agulhas, ampolas, aparelhos e lâminas de barbear). Os resíduos potencialmente infectantes encontrados propriamente nos resíduos domiciliares provenientes de atividades cotidianas corresponderam a 5,49% da massa de resíduos domésticos (fração não perfurocortante – 5,47% e fração perfurocortante – 0,02%).

No entanto, segundo ZANON (1991), não é possível distinguir os resíduos domiciliares dos resíduos de serviço de saúde. Afirma ainda que os resíduos comprovadamente infectantes constituem pequena parcela do volume total produzido em um hospital. O mesmo autor acrescenta que no cenário epidemiológico atual, a doença infecciosa é classificada como um fenômeno multifatorial devido à interação simultânea da presença de um agente infeccioso em número suficiente, da existência de uma via de transmissão adequada, de uma porta de entrada e de um hospedeiro em estado de susceptibilidade. Sendo assim, apenas a presença temporária de patógenos primários vivos no lixo doméstico e hospitalar não significa inapelavelmente, que esses resíduos possam transmiti-los, uma vez que o risco infeccioso não pode ser definido apenas pela presença do agente (ou seja, pelos resultados de exames microbiológicos) sem levar em conta os outros fatores, que só podem ser avaliados através de análise epidemiológica (NEVES, 1987; ZANON, 1991).

ZANON (1991) assegura que o risco potencial de transmissão direta de doenças infecciosas por qualquer tipo de resíduo sólido dependerá de alguns fatores como: a presença de um agente infeccioso, de sua capacidade de sobrevivência no lixo e da possibilidade de sua transmissão do lixo para um hospedeiro suscetível. Afirma ainda que é absolutamente normal encontrar microrganismos no lixo, cujo habitat natural é o solo ou a água, bem como patógenos secundários serem encontrados na microbiota do homem e de animais.

RIBEIRO FILHO (2000), afirma que independentemente das condições dos resíduos e do hospedeiro, só existirá transmissão de doença infecciosa se houver uma forma de os microrganismos chegarem ao hospedeiro, e um meio através do qual penetrem no seu organismo, vencendo as barreiras naturais. O Quadro 15 relaciona alguns aspectos gerais do processo de transmissão de doenças, estabelecendo as três condições básicas para que o processo de transmissibilidade de uma patologia infectocontagiosa ocorra: doença, formas de transmissão e hospedeiro.

Doença e seus indicadores	Forma de Transmissão	Hospedeiro (homem)
Infectividade Capacidade do microrganismo de passar de um hospedeiro para outro (transmissão).	Vetores (biológicos ou mecânicos) • Insetos • Animais • Homem	Susceptibilidade • Extremos de idade • Desnutrição • Imunodeprimido • Pós – operado • Procedimentos Invasivos • Condições gerais
Virulência Capacidade do microrganismo de provocar casos graves e tem influência sobre a letalidade da doença.	Fômites³ • Equipamentos • Instrumental • Material • Objetos	Via de entrada no organismo • Ingestão • Inalação • Ferimentos • Procedimentos Invasivos
Patogenicidade Capacidade do agente provocar a doença no hospedeiro infectado.	Alimentos ou água	
Persistência Capacidade do microrganismo de sobreviver em um determinado ambiente.	Contato direto	

Quadro 15 - Tríade básica para o processo de transmissibilidade de uma patologia infectocontagiosa. (Fonte: Adaptado de RIBEIRO FILHO, 2000)

Tanto na literatura nacional como internacional, encontram-se autores que afirmam que não existem comprovações de que os resíduos de serviço de saúde sejam mais perigosos que os demais resíduos, acrescentando que não há justificativas para que estes sejam considerados resíduos infecciosos, e que, portanto, não constituem risco para a saúde pública e ambiental. Segundo FERREIRA *et al.* (2001) existem poucos estudos epidemiológicos sobre doenças que possam ter seu nexo causal nos resíduos urbanos em geral e, em particular, nos resíduos de serviço de saúde. Por não haver fatos

³ Fômites: Objetos de uso pessoal do caso clínico ou portador, que podem estar contaminados e transmitir agentes infecciosos, cujo controle é feito por meio da desinfecção; qualquer partícula capaz de transportar germes patogênicos. (Dicionário Médico)

que comprovem que os resíduos hospitalares sejam causadores de doença infecciosa no hospital ou na comunidade, nem que sejam mais infectantes que os domésticos, seria possível então apresentar sistemas mais baratos e seguros para o tratamento dos resíduos de serviço de saúde. Todavia, desconsiderar a periculosidade infecciosa desses resíduos dificulta as ações de promoção, prevenção e recuperação da saúde, bem como contribui para o crescimento da indústria do lixo.

Por outro lado, SCHNEIDER *et al.* (2001) afirmam existir riscos de infecção no caso de cortantes, perfurocortantes e outros infectantes, como bolsas de sangue, onde a preocupação deve ser maior, já que os mesmos podem causar lesões, como picadas de agulhas e cortes em lâminas, e que neste caso serviriam de porta de entrada para inúmeros patógenos.

Há quem defenda, no entanto, que, quando medidas de prevenção são tomadas e quando as normas de segurança são atentamente obedecidas, o risco de contaminação pelos resíduos infectantes é bastante remoto (RIBEIRO FILHO, 2000).

Todos esses argumentos precisam ser analisados cuidadosamente. Por um lado, o excesso de precauções com esta parcela de resíduos pode resultar em despesas desnecessárias e onerosas, já que geram custos desde a geração até o destino final. Por outro lado, a falta de cuidado com os resíduos e a pouca importância dada ao gerenciamento adequado pode resultar em relevantes impactos ambientais. Isto acontece devido à carência e/ou ausência de informações, que também contribuem para que seja discutida erroneamente a questão das infecções hospitalares relacionadas aos resíduos de serviço de saúde.

De acordo com SCHNEIDER *et al.* (2001), os resíduos de serviço de saúde representam riscos associados à manipulação, à infecção hospitalar e ao meio ambiente. A possibilidade de acidentes com perfurantes e cortantes, e possível contaminação com infectantes, está relacionada com o gerenciamento inadequado dos resíduos de serviço de saúde nas etapas intra-estabelecimentos (segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento, tratamento) e nas etapas posteriores de transporte, armazenamento, tratamento e disposição final. SCHNEIDER *et al.* (2001) ainda acrescenta que não se tem hoje uma visão ampla dos impactos ambientais, isto é, há uma preocupação local e fragmentada quando se pensa somente em um tipo de impacto provocado, ou com o solo, ou com a água ou com ar, e não uma preocupação com os três tipos de impactos.

ZANON (1990) ressalta a existência de riscos potencialmente infecciosos em materiais perfurocortantes, hospitalares e domésticos e aos recipientes descartáveis

contendo culturas. FERREIRA (1997) afirma que a presença de microrganismos nos resíduos domiciliares e hospitalares, associada à existência de objetos perfurantes e cortantes na massa dos mesmos, faz com que os riscos para os trabalhadores sejam significativos. De acordo com FERREIRA *et al.* (2001), a exposição a acidentes com agulhas hipodérmicas e a eventual presença de microrganismos patogênicos podem ser responsáveis por acometimentos de hepatite B e AIDS entre outras doenças, nos trabalhadores. No entanto, segundo os mesmos autores, não existem estudos que comprovem o nexo causal destas doenças nos trabalhadores envolvidos com os resíduos sólidos municipais. De acordo com BIDONE *et al.* (2001), quando manipulados, os resíduos de serviço de saúde oferecem riscos ao provocar ferimentos com agulhas e perfurocortantes, ao entrar em contato com o sangue contaminado, e quando se trata de produtos químicos.

FERREIRA (1997) observa que embora exista quem defenda a não periculosidade dos resíduos de serviço de saúde, não se pode desprezar a contaminação ambiental causada por esses resíduos, já que há uma precariedade no tratamento e destinação final dos resíduos de serviço de saúde no nosso país, em que apenas uma pequena parte é depositada em aterros sanitários. O mesmo autor afirma que os efeitos dos resíduos no meio ambiente podem ser significativos. No meio ambiente, a disposição irregular dos resíduos de serviço de saúde provoca proliferação de vetores e contaminação dos solos, das águas e da atmosfera.

O Quadro 16 apresenta exemplo de alguns vetores que podem ser encontrados nos locais de disposição irregular de resíduos e suas respectivas doenças, representando risco à saúde da população, principalmente aos residentes próximos a áreas de destino final destes resíduos, e/ou catadores.

Vetor	Doença
Mosca	Febre Tifóide, Salmonelose, Disenteria
Mosquito	Malária, Febre Amarela e Dengue
Barata	Amebiase, Giardíase, Cólera e Febre Tifóide
Rato	Tifo Murino, Leptospirose, Salmonelose, Triquinose, Peste Bubônica, Febre da mordida de rato, diarréias e disenteria
Porco	Cisticercose

Quadro 16 - Doenças transmitidas por vetores encontrados nos locais irregulares de destinação de resíduos (Fonte: RIBEIRO FILHO, 2000)

Ainda segundo FERREIRA (1997), quando lançados em corpos d'água, os resíduos podem comprometer o equilíbrio de oxigênio, por seu consumo no processo de oxidação da matéria orgânica; as presenças de nitrogênio e fósforo podem provocar eutrofização; os pesticidas e metais pesados podem interferir na cadeia biológica; os óleos podem dificultar a difusão do oxigênio e a realização do processo de fotossíntese. Quando dispostos no solo de forma inadequada, a percolação das águas de chuva pode arrastar os componentes perigosos e comprometer a qualidade das águas dos lençóis subterrâneos. BIDONE *et al.* (2001) afirmam que a disposição inadequada de resíduos sólidos pode resultar em problemas ambientais relevantes como a geração de lixiviados/percolados potencialmente tóxicos, devido por exemplo, às altas concentrações de matéria orgânica e nitrogênio amoniacal em sua composição.

Sendo assim, a questão dos resíduos de Serviços de Saúde no Brasil, discutida em diversos segmentos da sociedade, muitas vezes reflete na legislação a percepção do público de que estes resíduos apresentariam riscos maiores que os resíduos de outras origens. Segundo CUSSIOL (2005), os resíduos sólidos urbanos, predominantemente de origem domiciliar, contribuem com maior quantidade de resíduos contaminados biologicamente no aterro sanitário do que os gerados nos serviços de saúde. E são os trabalhadores, catadores de rua e dos lixões os principais agentes expostos diretamente aos riscos de infecção e em quem recai a maior parte dos efeitos negativos da coleta e disposição final inadequada dos resíduos da comunidade, seja ele domiciliar ou de serviços de saúde (CUSSIOL, 2005). A autora ainda afirma em seu estudo, com os dados obtidos dos líquidos lixiviados gerados em condições controladas nos reatores/células experimentais, que a co-disposição de resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde como tecnologia de disposição final é ambientalmente adequada e menos onerosa, uma vez que tais resíduos por apresentarem grandes similaridades, poderiam receber a mesma destinação adequada.

Todavia, apesar do aterro sanitário, ambientalmente licenciado e em adequadas condições de construção e operação, ser considerado a forma de destinação mais segura e compatível economicamente para os resíduos de serviço de saúde da Classe A (potencialmente infectantes após descontaminação), Classe D (resíduos comuns) e domésticos, tal alternativa não trata os resíduos assim como não reduz significativamente o volume dos resíduos gerados.

CAPÍTULO V - ETAPAS DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE E SEUS DESAFIOS

A constante evolução da ciência no controle de doenças antigas e enfermidades contemporâneas, as mudanças sucessivas nas normas e regulamentações, o aumento da complexidade dos tratamentos médicos, e o surgimento de novas tecnologias, equipamentos e produtos químicos resultaram em dificuldades para manejá adequadamente dos resíduos gerados. Essa seção dedicará a abordar as etapas descritas nas normas vigentes para o gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde.

5.1 O Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde

Em uma perspectiva de garantir o manejo seguro para a saúde pública e para o meio ambiente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde como um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e proporcionar a estes um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente, devendo abranger todas as etapas de planejamento dos recursos físicos, dos recursos materiais e da capacitação dos recursos humanos envolvidos no manejo dos resíduos de serviço de saúde (ANVISA, 2004).

O gerenciamento de resíduos é, portanto, um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, baseadas em critérios sanitários, ambientais, sociais, políticos, técnicos, educacionais, culturais, estéticos e econômicos, para as etapas consideradas no processo (MANDELLI, 1997). Neste sentido, o gerenciamento associado aos conceitos de planejamento e controle, age na prevenção e na correção de situações após o dano, e pressupõe, no caso da gestão dos resíduos de serviço de saúde, uma ação conjunta que envolve responsabilidades da sociedade, dos estabelecimentos geradores e do poder público (ANDRADE, 1996; MACHADO, 2002).

Segundo SCHNEIDER *et al.* (2001), o gerenciamento é um instrumento capaz de minimizar ou até mesmo de impedir os efeitos adversos causados pelos resíduos de serviço de saúde, do ponto de vista sanitário, ambiental e ocupacional, sempre que

realizado racional e adequadamente. Tem a finalidade de reduzir ou evitar danos ao ambiente, preservar os recursos naturais, economizar insumos e energia, diminuir a poluição do ar, da água e do solo, e proteger a saúde da população, e é responsabilidade da sociedade, dos hospitais e outros estabelecimentos geradores, bem como do poder público gerenciar e planejar tais resíduos. Baseado no conceito de sustentabilidade, o gerenciamento dos resíduos deve levar em conta a preocupação com o meio ambiente em todos os aspectos, desde a unidade geradora até a disposição final adequada.

Os resíduos de serviço de saúde, devido ao potencial risco de contaminação, degradação e poluição ao meio ambiente, e o potencial risco de infecções à população, devem receber atenção especial, tanto com técnicas corretas de manejo, quanto ao seu gerenciamento, isto é, desde a geração até seu destino final. Deste modo, observa-se à necessidade do rigor na observação das técnicas corretas de manejo dos resíduos de serviço de saúde, visando garantir tanto a segurança dos pacientes, visitantes e funcionários nos hospitais, como a proteção da saúde da população e do ambiente externo.

De acordo com MONREAL (1993) *apud* SCHNEIDER *et al.* (2001), a quantidade de resíduos de serviço de saúde gerada depende do tipo do estabelecimento de saúde, das atividades nele exercidas, da quantidade de profissionais prestando serviços, de tecnologias adotadas, da adoção de práticas que visem à segregação dos resíduos e, por conseguinte, a minimização de infectantes, de aspectos relacionados à conscientização dos profissionais de saúde e de limpeza, dentre outros.

A ANVISA orienta que o Programa de Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde elaborado deve ser compatível com as normas locais relativas à coleta, transporte e disposição final dos resíduos gerados nos serviços de saúde, estabelecidas pelos órgãos locais responsáveis por estas etapas. A Resolução RDC nº 306/2004 estabelece que tal Programa seja de responsabilidade do gerador, que deve prever ainda medidas de higienização, atendimento às regulamentações sobre o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde estaduais e municipais, ações a serem adotadas em situações de emergência e acidentes, ações referentes aos processos de prevenção de saúde do trabalhador, desenvolvimento de programa de capacitação de recursos humanos, além de critérios para monitoramento do próprio plano, a serem definidos pela ANVISA.

Segundo RISSO (1993), o objetivo de um programa efetivo de gerenciamento de resíduos infecciosos é a proteção da saúde do trabalhador, da saúde pública e do meio ambiente. Este instrumento tem como finalidade estabelecer em cada etapa do sistema,

o manejo seguro, a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's) indispensáveis, além de determinar, em função dos tipos de resíduos, o sistema de tratamento e de disposição final mais adequados.

A minimização é o primeiro aspecto a ser considerado para o gerenciamento adequado dos resíduos de serviço de saúde. Trata-se de uma medida de prevenção aos impactos ambientais e que também traz benefícios econômicos (NAIME *et al.*, 2004). Para a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA, 1988), a minimização de resíduos significa redução na geração de resíduos, antes das fases de tratamento, armazenamento ou disposição, incluindo qualquer redução de resíduos na fonte geradora, e inclui a diminuição do volume total e a redução da toxicidade do resíduo.

Desta forma, observa-se que três importantes conceitos devem fundamentar o gerenciamento dos resíduos no ambiente interno: redução, segregação e reciclagem, sendo inclusive incorporados ao Programa de Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Além desses três conceitos, o gerenciamento deve contemplar acondicionamento, coleta, armazenamento e plano de contingência.

Um aspecto importante a ser analisado, para o gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde, é a sua classificação, pelo impacto que tem nas demais etapas do processo. De acordo com ANDRADE *et al.* (1995), a classificação dos resíduos de serviço de saúde tem importância no desenvolvimento de cada uma das fases do sistema de gerenciamento a ser implantado. Acrescentam que, para o correto gerenciamento intra e extra-hospitalar destes resíduos, a classificação implantada em um estabelecimento gerador deve considerar a área de geração, a natureza e o potencial de risco dos resíduos, a fim de oferecer segurança e minimizar riscos tanto para o agente que maneja tais resíduos, quanto ao meio ambiente. Do ponto de vista dos geradores, o principal objetivo da classificação é possibilitar a correta manipulação dos resíduos sem oferecer riscos aos trabalhadores, à saúde pública e ao meio ambiente.

SILVA (2001) assevera que, uma vez adotada a classificação dos resíduos de serviço de saúde, é possível identificar aspectos qualitativos e quantitativos das diferentes frações geradas nos estabelecimentos de saúde, considerando dentre outros fatores, a fonte de geração e a periculosidade do resíduo. Acrescenta ainda que essas considerações contribuem para que no gerenciamento, seja definido com critério o tipo de tratamento e disposição final para cada classe de resíduo, e a possibilidade da minimização de riscos aos trabalhadores que manuseiam tais resíduos, intra e extra estabelecimentos de saúde e ao ambiente. Existem várias classificações para os resíduos

de serviço de saúde. No Brasil, ao longo dos anos, conforme apresentado no Capítulo III, novas resoluções elaboradas pela ANVISA e pelo CONAMA resultavam em classificações divergentes para as diferentes classes dos resíduos de serviço de saúde. Todavia, em 2005, com a elaboração da Resolução CONAMA 358/2005, houve unificação na classificação dos resíduos, uma vez que tal Resolução estabeleceu a mesma classificação adotada pela Resolução ANVISA RDC 306/2004.

No entanto, para SCHNEIDER *et al.* (2001), a grande questão que se apresenta, em se tratando do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde, é a segregação junto às fontes geradoras dos diferentes tipos de resíduos. Reconhecida como a ação mais eficiente em termos de resultados, BIDONI *et al.* (2001) acrescenta que a importância de um trabalho de segregação bem elaborado, muitas vezes é inviabilizado devido à ausência de treinamento do pessoal. A conscientização dos profissionais de saúde quanto aos riscos oferecidos à saúde ocupacional, saúde pública e saúde ambiental tem sido o grande desafio a ser enfrentado na implantação dos sistemas de gestão. Quando há a devida segregação, cada tipo de resíduo pode receber o tratamento adequado, segundo sua classificação. Devido à patogenicidade ser um caráter atribuído a materiais potencialmente contaminados por agentes patogênicos, a simples introdução de um único resíduo contaminado em uma massa de resíduos, compromete todo o conteúdo do recipiente em que está contido, independente de sua quantidade ou volume. Ressalta ainda que, a grande variedade na composição dos resíduos de serviço de saúde e o contato físico que se estabelece entre resíduos supostamente infectantes e resíduos comuns, conferindo patogenicidade a esses últimos, impedem que estes sejam encaminhados para o destino final sem necessidade de tratamento, dificulta as medidas em caso de acidentes e emergências, e aumenta o risco de infecção das pessoas que lidam com eles (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Segundo o Ministério da Saúde, o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil enfrenta dificuldades, e é, portanto, considerado falho, principalmente com relação aos aspectos de tratamento e disposição final. Todavia, tais dificuldades têm acarretado consideráveis riscos ambientais e de saúde, relatando ainda que as soluções devem ocorrer gradativamente, tendo em vista a gravidade da situação. O gerenciamento deve estar associado a tecnologias ambientais ou tecnologias limpas, sendo necessário que haja incentivo a programas que estimulem a redução de resíduos, pesquisa de tecnologias limpas, a reutilização e a reciclagem. Em relação à minimização de resíduos, este é um novo paradigma, que foi incorporado a partir da década de 90 até os

dias atuais, inicialmente com a idéia de redução de insumos e energia, e posteriormente com a reutilização e reciclagem. Esta última já havia sido incorporada na década de 80, precedendo outro ponto importante da gestão dos resíduos - a preocupação com a disposição final adequada surgida na década de 70.

Segundo a ANVISA (2008), é fundamental mencionar que os resíduos de serviço de saúde compõem cerca de 1% das 260.000 ton/dia toneladas de resíduos residenciais e comerciais geradas todos os dias, e, desta fração, somente 15 a 25% exigem manejo diferenciado. Para a ANVISA, por este motivo há a necessidade de implantação de processos de segregação dos diferentes tipos de resíduos em sua fonte e no momento de sua geração, levando assim certamente à minimização de resíduos, principalmente àqueles que requerem um tratamento antes de disposição final. No entanto, conforme apresentado no Capítulo IV do presente trabalho, para alguns pesquisadores no assunto, somente os resíduos cortantes ou perfurocortantes, oferecem potenciais riscos às pessoas que os manipulam, e seriam estes que precisariam ser separados. (ENGENHEER, 2002; ZANON; 1991)

Com base nos conceitos citados, órgãos como ANVISA e CONAMA lançaram respectivamente a RDC 306/04 e a Resolução CONAMA 358/05. A primeira trata do gerenciamento interno e a segunda do gerenciamento externo dos resíduos de serviço de saúde. Ambas apresentam diversas questões importantes, como: orienta sobre a importância da segregação na fonte; informa também sobre aqueles resíduos que necessitam de tratamento, bem como salienta sobre a possibilidade de solução diferenciada para disposição final, desde que aprovada pelos Órgãos de Meio Ambiente, Limpeza Urbana e de Saúde. Não obstante, ao fato de essas resoluções terem sido publicadas por órgãos distintos como o Ministério da Saúde e o Ministério do Meio Ambiente, ambos preponderantes em suas máximas, reproduzem a integração e a transversalidade no desenvolvimento de trabalhos complexos e urgentes.

5.2 Manejo dos resíduos de serviço de saúde

O Plano de Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (PGRSS), citado anteriormente, consiste em conjunto de procedimentos técnicos amparados em aparatos legais, que visa minimizar a geração de resíduos, tratá-los e encaminhá-los de forma segura ao destino final e deste modo prevenir e controlar riscos ocupacionais, à saúde pública e ao meio ambiente. As etapas usualmente empregadas no gerenciamento de

resíduos de serviço de saúde estão representadas, de forma resumida, na Figura 02, e estão descritas abaixo.

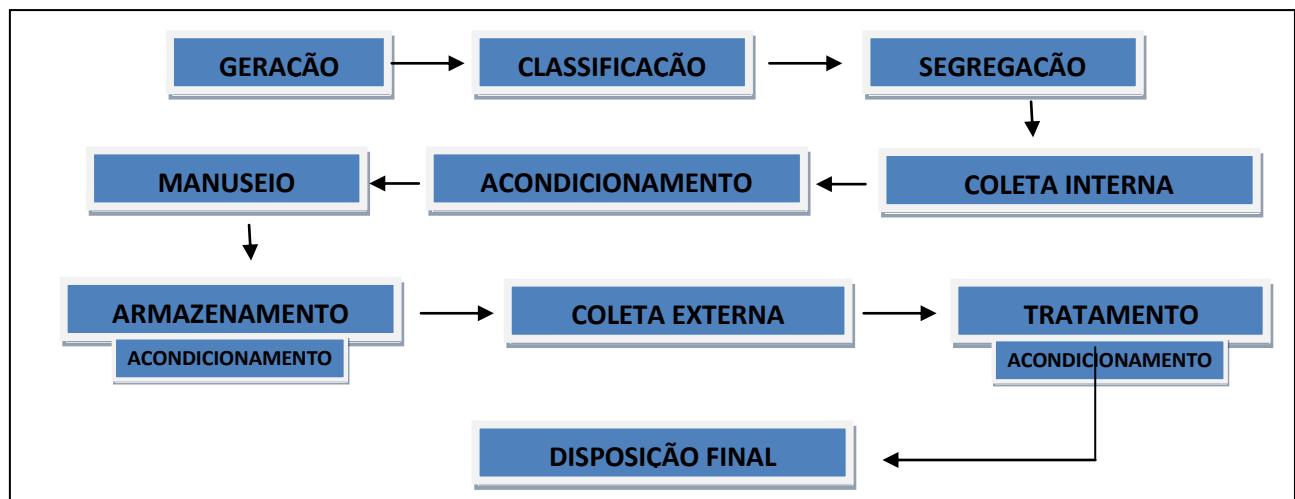


Figura 02 – Fluxograma simplificado das etapas usualmente empregadas no gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (Fonte: Elaboração Própria, 2011)

5.2.1 Segregação

Esta etapa consiste na separação dos resíduos de serviço 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 a totalidade. A legislação estabelece que, quando resíduos perigosos são misturados aos comuns, todo resíduo deve ser tratado como perigoso, inviabilizando, muitas vezes, técnica ou financeiramente um sistema adequado. Com a segregação adequada, poderia haver redução na quantidade de resíduos perigosos gerados, o que resultaria economia de custos no tratamento e disposição destes resíduos e a reciclagem dos resíduos comuns. (GARCIA 2004, RIBEIRO FILHO, 1998; MATTOS, 1998). Segundo estudo apresentado por SALOMÃO (2004) a respeito de segregação de resíduos de serviço de saúde gerados em centros cirúrgicos, cerca de 80% dos resíduos poderiam ser classificados como pertencentes aos Grupo D (Resíduo Comum) se fossem corretamente segregado. Estudo realizado por PILGER (2007) teve por objetivo verificar o percentual de resíduos de Grupo A e D foram erroneamente segregados. Dados do estudo mostram que cerca de 0,7% dos resíduos identificados com potencial risco de contaminação biológica (Classe A) deixaram de ser devidamente tratados, pois

foram descartados erroneamente junto com resíduos comuns (Classe D). Por outro lado, cerca de 19,3% de resíduos comuns foram segregados de modo incorreto e foram descartados juntamente com resíduos infectantes. Isto representou uma fração considerável do total de resíduos tratados desnecessariamente, com autoclavagem e incineração, e encaminhados ao aterro sanitário. Tal quantidade poderia ser menor, caso houvesse adequada segregação.

5.2.2 Acondicionamento

Significa dispor os resíduos de serviço de saúde em embalagens plásticas ou recipientes apropriados, evitando o vazamento, perfuração e ruptura. Devendo ser respeitado os níveis de preenchimento, fechamento, forma de transportar, armazenar, etc. A Figura 03 apresenta modelo de embalagem para acondicionamento de resíduos de serviço de saúde: o da esquerda utilizado para resíduos do Grupo A - Risco Biológico, e o da direita usado para resíduos do Grupo E - Perfurocortantes.



Figura 03: Modelo de embalagens para acondicionamento de resíduos de Serviço de Saúde (Fonte: TOMAZINI *et al*, 2010)

5.2.3 Identificação

Com a finalidade de reconhecer os resíduos contidos nos sacos e recipientes, esta etapa deverá ser de forma clara, com cada recipiente estampando o símbolo internacional de substâncias químicas, físicas e biológicas, além de serem respeitadas as cores e frases de identificação de cada tipo de resíduo, de forma a possibilitar o manejo correto. Conforme demonstrado na Figura 04, as embalagens onde os resíduos infectantes ficam acondicionados têm a coloração branca e apresentam o símbolo de risco biológico, internacionalmente aceito, seguindo as regras da NBR 7.500, para que

os riscos de acidente na manipulação sejam diminuídos. Os resíduos comuns, por outro lado, são descartados em embalagens plásticas de qualquer cor, exceto aquelas que identificam outros grupos de resíduos.



Figura 04 – Símbolo de Risco Biológico

(Fonte: ABNT NBR 7500)

5.2.4 Transporte interno

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

5.2.5 Armazenamento temporário

É o local com função de armazenar temporariamente os resíduos de serviço de saúde que vêm dos diversos setores da unidade, visando agilizar a coleta. Este local pode ser compartilhado com a sala de utilidades, desde que tenha uma área mínima exclusiva de 2m² e contêineres específicos para armazenar os resíduos.

5.2.6 Armazenamento externo

É o local destinado a armazenar os resíduos de serviço de saúde até o momento da coleta externa. Deve ser controlada para evitar acesso de pessoas estranhas ao serviço e observar as normas de higienização exigidas em norma.

5.2.7 Coleta e transporte externo

Consiste na remoção, em veículos especiais, dos resíduos de serviço de saúde até as unidades de tratamento e disposição final, efetuada por serviços especializados licenciados pelo órgão ambiental, devendo-se observar as Normas da ABNT NBR 12810 e ABNT NBR 14652 para regulação dessa atividade.

5.2.8 Tratamento

De acordo com a Resolução CONAMA 283/01, a implantação de sistemas de tratamento e destinação final de resíduos, depende do licenciamento, pelo órgão ambiental competente, em conformidade com a legislação vigente, sujeitos à fiscalização e controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente. Além disso, o tratamento dos resíduos pode ocorrer dentro ou fora do estabelecimento gerador, e deve ser realizado em sistemas, instalações e equipamentos devidamente licenciados pelos órgãos ambientais, e devem ser monitorados periodicamente, de acordo com parâmetros e tempo definidos no licenciamento ambiental, apoiando quando houver necessidade a formação de consórcios entre os estabelecimentos geradores de resíduos, medida que torna mais viável financeiramente o tratamento.

Segundo a Resolução CONAMA 283/2001, Sistema de Tratamento de resíduos de serviço de saúde é definido ainda como um conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos que conduzam à minimização do risco à saúde pública e à qualidade do meio ambiente. Esta Resolução, porém, não considerava a possibilidade de descaracterização dos resíduos, e no ano de 2005, a Resolução CONAMA 358 foi publicada com a finalidade de complementar e aprimorar a resolução anterior, e deste modo, define como Sistema de Tratamento de resíduos de serviço de saúde o conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, podendo promover a sua descaracterização, visando à minimização do risco à saúde pública, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e a saúde do trabalhador. Segundo a ANVISA RDC 306/2004, o Tratamento consiste na aplicação de método, técnica ou processo que altere as peculiaridades dos riscos próprios dos resíduos, amortizando ou extinguindo o risco de contaminação, de acidentes de trabalho ou de agravos à natureza.

A Resolução CONAMA 358/2005, publicada especificamente para o Tratamento dos resíduos de serviço de saúde, foi editada considerando os princípios da prevenção, da precaução, do poluidor pagador, da correção na fonte e de integração entre os vários órgãos envolvidos para fins do licenciamento e da fiscalização. Esta resolução considera também a necessidade de minimizar riscos ocupacionais nos ambientes de trabalho e proteger a saúde do trabalhador e da população em geral, bem como considera a necessidade de estimular a minimização da geração de resíduos, promovendo a substituição de materiais e de processos por alternativas de menor risco, a redução na fonte e a reciclagem, dentre outras. Além disso, considera que a segregação dos resíduos, no momento e local de sua geração, permite reduzir o volume de resíduos que necessitam de manejo diferenciado.

A Resolução ainda estimula que hajam soluções consorciadas, para fins de tratamento e disposição final de resíduos de serviço de saúde para pequenos geradores e municípios de pequeno porte e se baseia no fato de 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.

Conceitualmente, o tratamento de resíduos compreende o conjunto de ações que, quando desenvolvidas em condições de segurança, controladas e com eficiência comprovada, alteram certas características dos resíduos, tornando-os adequados e seguros para uma determinada forma de destinação final, ou outro processo subsequente, como por exemplo estocagem, reaproveitamento ou transporte (RIBEIRO FILHO, 2000; BERTUSSI FILHO, 1994). MACHADO (2002) observa que a qualidade final do tratamento do resíduo é função da eficiência obtida nas etapas do manejo seguro do resíduo: segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento temporário e transporte externo.

De acordo com a ANVISA, o tratamento dos resíduos de serviço de saúde pode ocorrer no próprio estabelecimento de saúde ou em outro local desde que resguardadas as condições de segurança previstas na RDC 306/2004. Quando realizada no próprio estabelecimento esta fase é denominada de pré - tratamento ou tratamento prévio. São vários os métodos alternativos de tratamento de resíduos que podem possibilitar a disposição do resíduo em aterro sanitário.

Por fim, esta resolução em seu Art. 14, obriga a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do

meio ambiente. E o Art.20, afirma que os resíduos do grupo A não podem ser reciclados.

É preciso salientar que o sistema de tratamento de resíduos de serviço de saúde tem como uma de suas partes integrantes a segregação, permitindo assim inúmeras opções de tratamento, adequadas a cada tipo de resíduo. Neste caso, merecem destaque os seguintes tipos de resíduos, visto que cada grupo deve receber um tipo de tratamento específico: os resíduos do Grupo A (resíduos de risco biológico), do Grupo B (resíduos de risco químico) e Grupo C (rejeitos radioativos).

O Grupo E, apesar de ser uma classe a parte, apresenta características de potencial risco biológico, semelhante aos resíduos do Grupo A. O Quadro 17 resume os métodos para tratar adequadamente os diversos grupos de resíduos.

Método de Tratamento	Grupo de resíduos de serviço de saúde		
	Grupo A - Risco Biológico	Grupo B - Risco Químico	Grupo C - Rejeito Radioativo
Incineração	X	X	
Autoclave	X		
Tratamento Químico	X	X	
Microondas	X		
Irradiação	X		
Decaimento			X

Quadro 17 – Resumo dos métodos de tratamento recomendados segundo classificação dos resíduos de serviço de saúde (Fonte: *Guía de Capacitación - Gestión y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, 1998*)

O Quadro 18 resume o que a Resolução nº 358/2005 afirma sobre tratamento do Grupo A - resíduos de Risco Biológico, levando em consideração as vigentes subdivisões deste grupo, como apresentado previamente no Quadro 01 do primeiro capítulo.

Grupo	Tratamento	Destino final	Observação
A1 (Cultura de microrganismo, bolsa de sangue, etc.)	Passem por processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana.	Aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado.	_____
A2 (Carcaças, peças anatômicas, vísceras de animais, etc.)	Passem por processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana.	Aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado ou sepultamento em cemitério de animais.	Observar o porte do animal para definição do tratamento. Quando houver necessidade de fracionamento, este deve ser autorizado previamente pelo órgão de saúde competente.
A3 (Membros de humanos, fetos, etc)	Tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim.	Sepultamento em cemitério, desde que haja autorização do órgão competente do Município, do Estado ou do Distrito Federal.	Ambos os procedimentos só podem ser realizados quando não houver requisição pelo paciente ou familiares e/ou não tenham mais valor científico ou legal.
A4 (Bolsas de sangue vazias, resíduo de lipoaspiração)	_____	Sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de resíduos dos serviços de saúde.	Fica a critério dos órgãos ambientais estaduais e municipais a exigência do tratamento prévio, considerando os critérios, especificidades e condições ambientais locais.
A5 (Resíduos contaminados com príons)	Tratamento específico orientado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).	_____	_____

Quadro 18 – Tratamento e destino final de resíduos de serviço de saúde do Grupo A - Resíduo de risco biológico e seus subgrupos

(Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA 358/2005)

SCHNEIDER *et al.* (2001) citam várias tecnologias de tratamento disponíveis atualmente no Brasil e no mundo. São elas: esterilização a vapor, esterilização a seco, esterilização por radiações ionizantes, esterilização por gases, esterilização por microondas, microclave, esterilização por plasma, desinfecção química, desinfecção química/mecânica e incineração. MACHADO (2002) classifica em três categorias os processos para tratamento de resíduos infecciosos: *processos térmicos com oxidação*, *processos térmicos sem oxidação* e *processos químicos*.

A primeira categoria, o *tratamento térmico com oxidação ou incineração* é definido como o processo de oxidação dos materiais, a altas temperaturas, 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). Neste tratamento, os resíduos passam por um processo de combustão, ou seja, há a queima do material em altas temperaturas – acima de 900°C - onde há o aproveitamento do poder calorífico dos próprios resíduos na manutenção da temperatura do sistema. Dessa maneira, os resíduos são transformados em cinzas, havendo, portanto a descaracterização dos mesmos, onde os compostos orgânicos são reduzidos a seus constituintes minerais, como dióxido de carbono gasoso e vapor de água e sólidos inorgânicos.

É o processo de tecnologia térmica mais difundido para tratamentos de resíduos. Além disso, é aconselhado como o mais adequado para garantir a eliminação de microrganismos patogênicos presentes na massa dos resíduos, desde que sejam atendidas as necessidades de projeto e operação adequadas ao controle do processo. Na década de 90, a Resolução CONAMA 006 desobrigou a incineração ou qualquer outro tratamento de queima de resíduos de serviço de saúde e de terminais como portos e aeroportos, e deu autoridade aos órgãos de meio ambiente de cada estado para estabelecerem normas e procedimentos ao licenciamento ambiental do sistema de coleta, transporte, acondicionamento e disposição final dos resíduos, nos estados e municípios que optaram por não incinerar. Embora desobrigada, é considerada por muitos técnicos com a forma de tratamento de resíduos de serviço de saúde mais indicada, sendo considerada muitas vezes também como forma de destino final. No entanto, baseado em experimentos de Blenkharn e Oakland, onde foram encontrados microrganismos vivos em câmaras de combustão de um incinerador hospitalar, seria

imprudente dizer que tal tratamento é o ideal. Assegura-se ainda que o processo de incineração seja 15 vezes mais caro do que um aterro. Incineradores modernos apresentam duas câmaras de combustão, uma primária e uma secundária, equipadas por queimadores capazes de alcançar a combustão completa dos resíduos e uma ampla destruição das substâncias químicas nocivas e tóxicas, como dioxinas, furanos entre outros. (ZANOU, 1991; MACHADO *et al.*; 2002)

De acordo com o *Guía de capacitación: Gestión y manejo de desechos sólidos hospitalarios* (1998), a incineração apresenta algumas vantagens e desvantagens. Algumas vantagens são descritas a seguir:

- Pode ser utilizado para qualquer tipo de resíduo infectante, e mesmo para alguns resíduos especiais e é possível ser utilizado sem necessidade de segregação intrahospitalar;
- Resíduos químicos e farmacêuticos também podem ser tratados sob certas condições;
- Reduz em cerca de 15% o peso dos resíduos, e seu volume final é reduzido potencialmente, em cerca de 80% a 95% ;
- Elimina características repugnantes dos resíduos patológicos e de animais os, além disso, os restos ficam irreconhecíveis, descaracterizados e definitivamente não recicáveis;
- Destrução de qualquer material que contém carbono orgânico, inclusive os patogênicos;
- Resíduos anatomo-patológicos também podem ser tratados;
- Pode ser operado independente das condições meteorológicas;
- Necessita de área proporcionalmente reduzida;
- Possibilita o aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Possibilita a recuperação de energia; e
- Evita o monitoramento do lençol freático em longo prazo, visto que os resíduos são destruídos.

No entanto, algumas desvantagens também são inerentes ao processo, tais como:

- Custo de implantação do sistema é duas ou três vezes mais do que qualquer outro;
- Necessita alto custo de funcionamento pelo consumo de combustível;
- Dificuldade de manutenção e operação, exigindo pessoal especializado;
- Dificuldade de queima de resíduos com umidade alta;

- Possibilidade de risco de emissões de substâncias tóxicas na atmosfera, gerando uma dificuldade no controle desses efluentes gasosos, como dioxinas, furanos, partículas metálicas, se o incinerador não for bem projetado e operado;
- Os resíduos de serviço de saúde apresentam teores de enxofre e cloretos que podem produzir dióxido de enxofre e ácido clorídrico na reação de combustão, tais produtos surgirão dos gases expelidos pela chaminé em incineradores mal projetados ou operados.
- Grandes investimentos em medidas de controle ambiental;
- A variabilidade da composição dos resíduos pode resultar em problemas de manuseio de resíduo e operação do incinerador e, também exigir manutenção mais intensa;

A segunda categoria, *processos térmicos sem oxidação*, compreende processos físicos de esterilização, por meio de calor úmido ou seco, empregados especificamente para desinfecção de resíduos infectantes, promovendo a destruição dos microrganismos pela sua exposição a determinadas temperaturas em condições controladas de umidade, pressão e tempo de exposição, conforme o tipo do equipamento utilizado (SCHNEIDER *et al.*, 2001; MACHADO, 2002). Os processos físicos de esterilização disponíveis são relacionados e definidos a seguir:

- *Autoclavagem*: é 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 obtém 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). É realizada em autoclaves, equipamentos metálicos, resistentes e com fechamento hermético, que utilizam vapor saturado, ou seja, 100% de umidade relativa e em fase gasosa, sob pressão para atingir temperaturas suficientemente altas, eliminando os microrganismos patogênicos presentes no material, sendo suficiente uma exposição entre 121°C e 132°C durante 15 a 30 minutos. Este processo de desinfecção é realizado através de aplicação de calor úmido, ou seja, através da ação de temperatura e vapor, sendo portanto uma tecnologia térmica utilizada na desinfecção de instrumentos em estabelecimentos de serviço de saúde. É o tratamento dos resíduos com vapor saturado, onde estes são colocados em sua forma natural em um “vaso de pressão”, onde são submetidos a ciclos de vácuo para eliminar o ar de dentro da câmara e, assim, facilitar a penetração do vapor. Então, há a descompressão dessa câmara e os resíduos são descarregados, tratados, passando a seguir, por um processo de Trituração para serem

descaracterizados. (SCHNEIDER *et al.*, 2001; BERTUSSI FILHO, 1994; MACHADO, 2002)

Esse método é bastante utilizado nos estabelecimentos de serviço de saúde, com a intenção de esterilizar, os artigos críticos e semicríticos; entretanto sua utilização, para os resíduos de serviço de saúde, passou a ocorrer recentemente, principalmente em países de avançada gestão de resíduos sólidos, sendo utilizada no Brasil principalmente para resíduos biológicos. Este método de esterilização é seguro e pode ser usado sem despesa adicional para resíduos infectantes.

Nesse processo de tratamento há a necessidade de embalagens específicas, que possibilitem a penetração do vapor, já que em sacos plásticos comuns, quando vedados não permitem a entrada do vapor, ou podem sofrer alterações, mesmo quando abertos. Este processo só é eficiente se os resíduos tiverem uma preparação prévia, que permita a homogeneização, permitindo que o vapor atinja toda superfície do resíduo, e impedindo barreiras que dificultem a propagação do calor. Além disso, esse processo se limita à aplicação em pequenas escalas, visto que, as unidades de tratamento do Brasil, não conseguem ter inúmeras autoclaves, nem mesmo autoclaves de grande porte, não permitindo assim a esterilização do total de resíduos produzidos, dados os custos de investimento nos equipamentos.

A eficiência deste processo depende da temperatura e pressão, tempo de exposição e contato direto com o vapor, além da densidade do resíduo. Apresenta algumas vantagem no processo como a não geração de resíduos tóxicos ou dispersão de aerossóis (desde que a autoclave esteja regulada e seja corretamente operada); pode ser utilizado na própria unidade geradora; é um processo potente, aceitando a maioria dos resíduos de serviço de saúde; depois de esterilizados os resíduos são considerados resíduos comuns e finalmente tem baixo custo operacional.

Dentre as desvantagens deste processo, está o custo de aquisição e instalação do equipamento; o tempo de aquecimento e resfriamento e cuidados com a operação; além do custo adicional de transporte e disposição final em aterros sanitários, e com as embalagens especiais; o peso dos resíduos não se altera e os resíduos não são descaracterizados, embora sejam inativados biologicamente.

A Figura 05 apresenta um exemplo de equipamento de Autoclave.



Figura 05 - Exemplo de equipamento de autoclave (*Fonte: I Encontro Técnico sobre resíduos de saúde da região metropolitana de Campinas, 2007 apud Ribeiro, 2008*)

A Figura 06 apresenta a saída do resíduo da autoclave após a descontaminação, figura da esquerda, e seu posterior encaminhamento para Trituração, figura da direita.



Figura 06 - Saída do resíduo após tratamento na autoclave e encaminhamento para sistema de Trituração (*Fonte: I Encontro Técnico sobre resíduos de saúde da região metropolitana de Campinas, 2007 apud Ribeiro, 2008*)

- Descontaminação por microondas: Nesse processo os resíduos são previamente triturados, depois levados a uma câmara de tratamento, recebendo aí, uma injeção de vapor para umedecê-los e, então, uniformizar essa umidade, a alta temperatura (130°C). Logo após, os resíduos passam por um campo de microondas, ondas estas eletromagnéticas, que produzem vibrações. Esse movimento permite uma

grande velocidade das moléculas de água presentes nos resíduos. Neste momento, os resíduos são aquecidos a uma temperatura em torno de 100°C, por até no máximo 30 minutos, finalizando o processo, que resulta em resíduos tratados, descontaminados, isentos de microrganismos, com exceção das formas esporuladas. Além disso, o volume do resíduo é reduzido de 60 a 90%, descaracterizando o mesmo. O processo, porém não é recomendado para grandes quantidades de resíduos de serviço de saúde, e também para resíduos anatômicos. Existe, ainda, o risco de emissões de aerossóis que podem conter produtos orgânicos perigosos. Esse sistema de tratamento é muito utilizado no tratamento local dos resíduos de laboratórios e são constituídos por fornos pequenos, cujo princípio de funcionamento é o mesmo dos fornos de microondas de uso doméstico.

O método em questão tem como vantagem seu alto grau de eficiência, bem como há uma menor interferência do homem no processo, diminuindo os riscos de acidentes. Suas desvantagens são o custo de implantação superior o da autoclave, não sendo apropriado para tratar mais de 800 kg de resíduos/dia; apresenta riscos de emissões de aerossóis que podem conter produtos orgânicos perigosos, necessita de pessoal especializado e opera sob estritas normas de segurança. (SOARES, 2006)

A Figura 07 apresenta um modelo de Equipamento de Microondas utilizado para a descontaminação de resíduos de serviço de saúde, figura da esquerda, com posterior encaminhamento para Trituração, figura da direita.



Figura 07 - Modelo de equipamento de microondas para descontaminação de resíduos de serviço de saúde e equipamento de Trituração dos resíduos descontaminados. (Fonte: I Encontro Técnico sobre resíduos de saúde da região metropolitana de Campinas, 2007 apud Ribeiro, 2008)

A Figura 08 apresenta a caracterização do Resíduo de Serviço de Saúde após a Trituração do resíduo descontaminado por Equipamento de Microondas.



Figura 08 - Caracterização do Resíduo de Serviço de Saúde após a trituração do resíduo descontaminado por Equipamento de Microondas (Fonte: I Encontro Técnico sobre resíduos de saúde da região metropolitana de Campinas, 2007 apud Ribeiro, 2008)

- Desativação Eletrotérmica (ETD): É a tecnologia de tratamento mais utilizada no município de São Paulo, é caracterizada pela deposição dos resíduos a um fosso altamente fechados, e sob pressão negativa, e posteriormente é realizada a dupla trituração dos resíduos, seguida pela exposição destes a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa freqüência, atingindo altas temperaturas, podendo chegar a 95° C. Entre os aspectos positivos apresentam-se: ausência de efluentes de qualquer natureza; redução de volume de resíduos obtida na trituração; processo contínuo. Apresentam-se entretanto alguns aspectos negativos: custo operacional relativamente alto e garantia questionável da eficiência do tratamento dos resíduos, uma vez que há possibilidade de nem toda a massa de resíduos ficar exposta aos raios eletromagnéticos. (RISSO, 1993)

- Pirólise: Também conhecido como craqueamento na indústria do petróleo, a pirólise é um tratamento energeticamente auto-sustentável, já que não necessita energia externa, onde seus sistemas atingem temperaturas de até 3000°C, através de energia térmica, de combustíveis fósseis ou energia elétrica. Para o tratamento de resíduos de serviço de saúde, o processo de inativação dos microrganismos infecciosos se dá pela decomposição química de suas moléculas, ao serem os resíduos biocontaminados submetidos a um calor intenso em ambiente controlado. É um processo de decomposição química por calor na ausência de oxigênio, seu balanço energético é positivo, ou seja, produz mais energia do que consome. O processo consiste na

trituração dos resíduos que são previamente selecionados. Após esta etapa, os resíduos vão para o reator pirolítico onde através de uma reação endotérmica ocorrerão as separações dos subprodutos em cada etapa do processo. (MACHADO, 2002)

Estas unidades de tratamento ainda não estão em prática no Brasil, desta forma, não estão totalmente difundidas. Como vantagens desse processo pode-se citar a garantia de eficiência de tratamento e redução do volume significativa, podendo ser aplicado a resíduos infecciosos, farmacêuticos e químicos. Mas, pode ser observado como desvantagem do processo, que embora seja considerado superior à incineração, tanto na eficiência térmica, quanto no controle de efluentes, este não seja adequado à heterogeneidade dos resíduos de serviço de saúde. Além disso, esta tecnologia apresenta elevado custo, exigindo alto investimento e significativos valores de operação e manutenção, bem como elevado custo no controle e tratamento de efluentes gasosos e líquidos. (MACHADO, 2002).

- *Plasma Térmico*: tecnologia emergente, com alta capacidade energética e capacidade de queimas a altas temperatura, comumente utilizada em metalurgia que, quando aplicado a resíduos de serviço de saúde, destrói os microrganismos pela ação de um gás ionizado a alta temperatura, muito superiores às convencionais, sendo a temperatura mínima de 1090 °C, constituindo um processo de pirólise por tocha e plasma (SCHNEIDER *et al.*, 2001; MACHADO, 2002). O processo aceita qualquer tipo de Resíduo de Serviço de Saúde. Os materiais são decompostos pela alta temperatura da chama de plasma (4000°C). Os produtos gerados nesse processo reagem com o vapor injetado, transformando-se em substâncias mais simples como metano, hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono. Os materiais não-orgânicos, como metais, vidros, sujeiras entre outros, são fundidos em forma de lava que, ao solidificar, vitrificam-se. Os gases produzidos no processo podem ser utilizados no aquecimento de caldeiras ou na obtenção de metano. A escória gerada é inerte, portanto, não é tóxica nem agressiva ao meio ambiente, servindo para qualquer tipo de agregado ou podendo ser disposta em aterro sanitário.

Apresenta como vantagens: elevadas temperaturas, causando rápida e completa pirólise da substância orgânica, fundindo e podendo vitrificar certos resíduos inorgânicos; alta densidade de energia, possibilitando a construção de reatores com menores dimensões para mesmas capacidades, favorecendo a construção de equipamentos móveis; a utilização de energia elétrica, reduzindo a vazão total de gases efluentes, resultando em menores instalações para processos dos gases emanados;

drástica relação de redução de volume dos resíduos (400:1 para resíduos de serviço de saúde); grande número de opções de utilização de gases para geração de plasma, tornando flexível o controle sobre fatores químicos do processo, com relação aos efluentes; tempos de partida e parada reduzidos, devido aos menores portes das instalações; favorece a pirólise de substâncias sensíveis à radiação ultravioleta, como os organoclorados; subproduto pode ser reciclado, como para pavimentação por exemplo. No entanto, apresenta as seguintes desvantagens: requer materiais de alta performance nem sempre existentes no mercado nacional e custos elevados de investimentos e operação. (MATTIOLI, 2002)

A terceira categoria, *processos químicos*, não é indicada para tratamento de resíduos anatômicos, e sim resíduos oriundos de laboratórios de microbiologia, de sangue de líquidos orgânicos humanos, bem como resíduos perfurocortantes (SOARES, 2006). Frequentemente é utilizada para tratamento de resíduos líquidos antes de serem descartados, bem como os locais onde os resíduos entraram em contato, por exemplo, superfícies de bancada de laboratório. Alguns fatores devem ser levados em conta ao se utilizar a descontaminação química, como: tipo de microrganismo, grau de contaminação e o tipo, concentração e quantidade de desinfetante utilizado, bem como, temperatura, pH, grau de mistura e a duração do contato do desinfetante com os resíduos contaminados.

- Desinfecção química: definida como um processo de adição de substâncias líquidas desinfetantes aos resíduos, que incluem álcoois, compostos de cloro, ácidos, cetonas, compostos de amônia quaternária, formaldeído e peróxido de hidrogênio e, mais recentemente o ozônio, visando a quebra dos materiais orgânicos e destruição dos agentes infecciosos (SCHNEIDER *et al.*, 2001, MACHADO, 2002). Existem mais de 8000 produtos registrados como desinfetantes, contudo os materiais amplamente utilizados são os derivados do cloro, como o hipoclorito de sódio – água sanitária doméstica. Algumas vantagens são baixo custo do processo, e pode ser realizada na fonte de geração. Já as desvantagens são: pode ser ineficaz contra patógenos resistentes a determinados químicos; as oportunidades de desinfetar quimicamente o interior de uma agulha ou de uma seringa são muito baixas; não reduz, nem mesmo descaracteriza os resíduos tratados, embora se possam triturar os resíduos já tratados; a disposição do desinfetante utilizado no sistema de esgotamento sanitário pode afetar o funcionamento do tratamento de águas residuais, intervindo no processo de degradação da natureza.

- Trituração mecânica/química: é uma técnica variante da desinfecção química pois associa a trituração mecânica com a desinfecção química, de forma que, ao final do processo há geração de efluente líquido (SCHNEIDER *et al.*, 2001; MACHADO, 2002).

- Esterilização por gases: consiste na utilização de esterilizantes químicos ou germicidas de alto nível, que são antimicrobianos de toxicidade não seletiva, isto é, tóxicos protoplasmáticos, que atuam indiscriminadamente sobre a célula do hospedeiro e do parasito, capazes de destruir bactérias, fungos, vírus e endoesporos bacterianos, em intervalo de tempo operacional, que normalmente varia entre quatro e dezoito horas, dependendo do agente utilizado, da espécie microbiana e do número de esporos presentes (SCHNEIDER *et al.*, 2001; MACHADO, 2002). A esterilização por gases, utilizando o óxido de etileno, gás de efeito bactericida, exige inúmeros cuidados, pois pode causar queimaduras, mutagênese e provavelmente carcinogênese, oferecendo em seu manuseio risco de explosão, tornando a prática de uso do gás pouco empregada. Apesar destas desvantagens, a esterilização através deste gás é muito eficaz e atua a baixa temperatura. Da mesma forma que o óxido de etileno, o formaldeído é um gás esterilizante, que se decompõe em forma de vapor a partir de uma solução aquosa de formol e seus vapores não são inflamáveis. Ainda que venham crescendo as tentativas para utilização de desinfetantes menos poluentes, o maior inconveniente deste processo é o de utilizar produtos altamente tóxicos e liberar como efluentes, resíduos tão ou até mais perigosos que os tratados, para a natureza, bem como os riscos já tratados em relação ao manuseio. Em geral, apesar de adequada para esterilização de resíduos infectantes e perfurocortantes, a esterilização por gases pode apresentar maior eficiência que a esterilização térmica, pois penetra através das embalagens. No entanto, apresenta alto risco ocupacional e ambiental, e custo operacional relativamente alto.

Outras possibilidades de tratamento para os resíduos infectantes são consideradas por RIBEIRO FILHO (2000) e MACHADO (2002), não sendo descartadas como alternativa de tratamento, e a exemplo das apresentadas anteriormente, devem ter a sua aplicabilidade avaliada também sob o ponto de vista técnico e econômico.

Algumas dessas tecnologias estão relacionadas a seguir :

- Aglutinação ou encapsulamento: consiste em converter os resíduos em uma massa mediante o uso de substâncias como breu, sulfato de cálcio, resina plástica e areia betuminosa, sendo utilizada para prevenir a manipulação futura dos resíduos, especialmente os perfurocortantes. (MACHADO, 2002).

- Processo de tratamento por radiações ionizantes: consiste na exposição do material ou resíduo a uma fonte radioativa, a exemplo do Cobalto 60, utilizando baixas temperaturas, de forma que a esterilização é alcançada pelo recebimento de dosagens uniformes de radiação, que eliminam os agentes infecciosos e microrganismos patogênicos por radiólise de suas moléculas de água constituintes, evitando assim a sua duplicação. (SCHNEIDER *et al.*, 2001). Esse método de esterilização dos resíduos a baixas temperaturas consiste na excitação dos elétrons das moléculas dos constituintes dos resíduos, tornando-as eletricamente carregadas. A irradiação mata os agentes patogênicos por radiólise, rompendo o DNA e RNA dos microrganismos causando morte molecular. Os raios gama, ultravioleta, emitidos por feixes de elétrons e infravermelho, são as principais formas de radiação. Devido a sua baixa capacidade de penetração de vários metros, a irradiação por feixe de elétrons é limitada, indicada, por isso, para o tratamento de resíduos pastosos e embalados. Esse tipo de tratamento é vantajoso porque tem baixo consumo de energia e não aquece o material. Apontada como uma tecnologia emergente no tratamento de resíduos de serviço de saúde, a irradiação utiliza normalmente raios ultravioletas e partículas gama, e não é utilizado no tratamento de resíduos no Brasil, estando em fase experimental e sendo utilizado, no caso das partículas gama, na esterilização de alimentos e no caso dos raios ultravioleta, no tratamento de águas residuais de processos. Nesse processo de tratamento deve-se realizar primeiramente a Trituração dos resíduos para melhor desempenho do sistema. Esse é um processo de alta tecnologia que necessita de muitos cuidados na operação e estruturas físicas adequadas. Necessita, portanto de profissionais capacitados e não é recomendada se não tiver um número de técnicos disponíveis. São vantagens dessa tecnologia: o alto grau de eficiência, a contaminação mínima do sistema, e o fato de ser menos custosa quando comparada a uma desinfecção química. Entre as desvantagens estão: máxima segurança necessária, diante do risco das radiações, tecnologia complexa que apresenta problemas de manutenção, requer pessoal de operação altamente capacitado e estruturas físicas adequadas e a fonte de irradiação se converte em resíduos perigosos ao terminar sua vida útil de operação.

- Biodigestão: processo realizado em digestores biológicos, aplicável a resíduos predominantemente orgânicos, onde a matéria orgânica é decomposta pela ação de bactérias saprófitas, que não representam riscos para o ser humano, em um processo de digestão anaeróbia. (MACHADO, 2002).

- Reciclagem: os materiais presentes ou destinados ao lixo são separados e tratados de forma a serem recuperados como matéria prima para elaboração de produtos (RIBEIRO FILHO, 2000). Esta opção de tratamento não se aplica aos resíduos de serviço de saúde do Grupo A (Risco Biológico), todavia, torna-se de grande importância para os resíduos do Grupo D (Resíduo Comum).

A opção pelo melhor tratamento, ou por um conjunto deles, deverá levar em consideração o tipo de artigo ou Resíduo de Serviço de Saúde que se deseja tratar, as vantagens e desvantagens que decorrem do tipo de tratamento adotado, a legislação e a normalização existentes, os benefícios econômicos e sociais advindos, a segurança aos profissionais, aos pacientes, ao ambiente, interno e externo ao estabelecimento gerador, e à população em geral (ANDRADE, 1997; MACHADO, 2002). Ou seja, as diversas técnicas apresentadas demonstram que não há uma tecnologia que possa ser adotada universalmente. Todas elas apresentam vantagens e desvantagens no seu uso, sendo sua aplicabilidade passível de análise específica de acordo com as características dos resíduos e dos estabelecimentos geradores.

A escolha do sistema de tratamento deve considerar diferentes parâmetros, como a definição da forma de segregação, coleta e transporte dos resíduos de serviço de saúde, de acordo com as legislações e normas existentes; de acordo com o tipo, a quantidade, volume, características do resíduo que necessita de tratamento, bem como a porcentagem de elementos químicos; características dos resíduos a serem tratados no que concerne ao potencial de risco a eles atribuído; adequação do local que será utilizado para instalação da tecnologia de tratamento, devendo haver uma disponibilidade de área e acesso; as condições geográficas do país ou região, definição do recurso financeiro a ser utilizado para construção dos processos, além da aquisição de equipamentos e contratação de mão de obra; conhecer as fontes de energia disponíveis para operação e manutenção da tecnologia; os recursos naturais com vistas à sua preservação e os aspectos populacionais, este relacionado ao volume de resíduo gerado e proteção da saúde da população. As inúmeras tecnologias quem vêm sendo disponibilizadas no mercado internacional, além das pesquisas realizadas em algumas empresas privadas e instituições de ensino e pesquisa, demonstra a motivação e preocupação com o controle dos agentes infecciosos presentes nos resíduos de serviço de saúde e provenientes de materiais infectantes, que precisam ser eliminados. Além da seleção da melhor tecnologia a ser utilizada, é necessário que se tomem medidas para o progresso no tratamento dessa parcela de resíduos. Como por exemplo, construção de

processo em longo prazo, de construção de um sistema de fácil compreensão, conscientização e treinamento sobre os riscos relacionados aos resíduos de serviço de saúde, como por exemplo, biossegurança e seleção de tratamentos seguros e biodegradáveis, com a finalidade de proteger a população em geral. Além disso, se fazem necessários um comprometimento do governo e seu financiamento.

Percebe-se, no entanto que, existem inúmeras tecnologias de tratamento no mercado, tecnologias essas com diferentes características, em termos de custos, segurança ao meio ambiente e à população, entre outros. Nota-se, portanto que aqueles processos que apresentam custo baixo, não são considerados seguros e biodegradáveis e que há necessidade de conhecer todas as características desses processos para que haja uma escolha do tratamento mais adequado, podendo variar essa adequação de acordo com a quantidade de resíduo a ser tratada, não havendo uma só tecnologia de tratamento, já que podem ser mais ou menos adequadas a cada situação.

5.2.9 Disposição final

A última etapa do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde é a disposição final, que consiste na disposição de resíduos no solo, previamente preparado para recebê-los, obedecendo a critérios técnicos de construção e de operação, e com licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA 237/1997. A disposição final dos resíduos assume relevância nas etapas do seu gerenciamento, uma vez que a sua disposição inadequada pode ocasionar problemas ambientais importantes como a geração de lixiviados/percolados potencialmente tóxicos, em função da presença de altas concentrações de matéria orgânica e nitrogênio amoniacal, por eles apresentada (BIDONE *et al*, 2001).

No Brasil, são encontradas várias formas de disposição final de resíduos no solo. Segundo PNSB 2009, cerca de 19% dos municípios brasileiros que coletam os resíduos de serviço de saúde, os dispõe inadvertidamente a céu aberto ou em lixões juntamente com outros resíduos, sendo estas formas danosas de disposição final, podendo provocar a contaminação de mananciais de águas superficiais e subterrâneas e a proliferação de vetores (BIDONE *et al*, 2001; SCHNEIDER *et al*, 2001).

Outra forma de destinação dos resíduos é a vala séptica, considerada como uma das técnicas de engenharia para aterramento de resíduos infectantes não tratados dos estabelecimentos de saúde. Esta alternativa é utilizada como opção de destinação de

resíduos por cerca de 11,5% dos municípios brasileiros que coletam os resíduos de serviço de saúde (ABRELPE 2009), por ser considerada uma destinação simples e econômica, adequada a pequenos volumes de resíduos com características infectantes, onde deve ser levado em conta critérios e fundamentos básicos para a adoção deste sistema, com o provimento de um efetivo controle do sistema e seus efluentes. Apresenta vantagens tais como: requer infra-estrutura de baixo custo, operação simplificada, sem necessidade de maquinários ou equipamentos, baixos custos de investimento e operacionais. E algumas desvantagens, como capacidade limitada de tratamento, requer condições específicas na área de implantação, de instalação, possibilidade de contaminação dos aquíferos subterrâneos, inclusive com microrganismos patogênicos (SILVA, 2001; MACHADO, 2002).

Outra forma de disposição final dos resíduos adotada em cerca de 17% dos municípios brasileiros que coletam os resíduos de serviço de saúde gerados (PNSB 2008), é o aterro controlado, que adota alguma precaução tecnológica como o recobrimento das camadas com argila que minimiza os riscos de impactos ao meio ambiente e à saúde pública. Apesar de ser uma técnica menos danosa que o lançamento a céu aberto, não atende totalmente aos critérios técnicos necessários à proteção ambiental presentes num aterro sanitário. Em relação à disposição inadequada dos resíduos, não é possível desconsiderar a problemática dos catadores de lixo que atuam nos lixões e vazadouros, constituindo-se em um problema social e de saúde pública. Os catadores que atuam nos vazadouros e nos aterros controlados muitas vezes acabam consumindo restos de alimentos em condições impróprias, convivem com vetores transmissores de doenças e respiram os gases e fumaças produzidos nas áreas de despejo, muitos deles morando nessas áreas (LEITE, 1990; SANTOS, 1991).

Segundo a RDC 306/2004 da ANVISA, a maneira de dispor os resíduos de forma segura é o aterro sanitário, definido como a técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, por meio de confinamento em camadas cobertas com material inerte, segundo normas específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Este tem sido o destino adotado por cerca de 26% dos municípios brasileiros que coletam seus resíduos de serviço de saúde (ABRELPE 2009). Esses dados tornam-se preocupante, uma vez que cerca de 80% dos municípios coletam dos resíduos de serviço de saúde gerados, e que apenas 26% dos municípios fazem sua destinação em aterros sanitários licenciados, uma parcela

expressiva, entre 60% e 80% das cidades brasileiras ainda dispõem de maneira inadequada os resíduos de serviço de saúde gerados.

Apresentada a visão holística a respeito dos resíduos de serviço de saúde, sua problemática ambiental, sua classificação e definição, o histórico das regulamentações, as opiniões controversas de pesquisadores acerca da patogenicidade dos resíduos de serviço de saúde e as etapas de gerenciamento, descrito pela RDC 306/2004 da ANVISA, o capítulo seguinte abordará o panorama do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde, especialmente os potencialmente infectantes, gerados no Estado do Rio de Janeiro e nos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), verificando se a atual capacidade instalada de tratamento atende a demanda estimada de resíduos gerados.

Os tópicos previamente apresentados serão importantes para permitir, nos capítulos à frente, um questionamento acerca do Plano de Manejo atual e os possíveis entraves para efetivo gerenciamento de resíduos de serviço de saúde nas regiões estudadas. As opiniões dos pesquisadores, referente ao caráter de periculosidade dos resíduos de serviço de saúde comparado aos resíduos domésticos, contribuirá para enriquecer a discussão sobre a necessidade de tratamento prévio dos resíduos com potencial infectante antes da destinação final, uma vez que estes apresentam características semelhantes. Acrescido a isso, serão apresentados argumentos e sugestões de estudos futuros visando à substituição de aterros sanitários como destino final de resíduos de serviço de saúde, uma vez que esta opção não elimina os resíduos do ambiente.

CAPÍTULO VI – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU (RH II) – SITUAÇÃO ATUAL DE GERAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

6.1 Seleção da Região Hidrográfica do Guandu (RH II) como área de estudo

Este capítulo tem por objetivo avaliar a situação atual do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro assim como da Região Hidrográfica do Guandu (RH II). Visa também, utilizando-se da metodologia descrita no item 6.2, realizar avaliação crítica sobre a forma como os resíduos são gerenciados na região e se há capacidade de tratamento e logística adequados para a disposição final.

O recorte da Região Hidrográfica do Guandu (RH II), para uma visão mais localizada, justifica-se pelo fato de ser uma área de grande importância para o Estado, uma vez que o Rio Guandu, presente nessa região, é responsável pelo abastecimento de grande parte da população metropolitana do Rio de Janeiro. Acrescido a isso, na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), devido à instalação da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), associada à instalação de inúmeras outras indústrias e empreendimentos próximos à Baía de Sepetiba, tende a presenciar crescimento e deslocamento populacional para os municípios inseridos nesta área, resultando no aumento da demanda de atendimentos de saúde, e consequentemente na geração dos resíduos de serviço de saúde. Outro fator relevante para a escolha desta região refere-se à instalação e operação de uma central de tratamento de resíduos que funcionará também como aterro sanitário. Este empreendimento resultará que, não apenas os resíduos de serviço de saúde gerados na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), como grande parte dos resíduos provenientes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sejam ali destinados.

6.2 Metodologia usada para avaliar a adequação do gerenciamento de resíduos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II)

A fim de conhecer melhor a situação do potencial de geração dos resíduos de serviço de saúde na área de influência da Região Hidrográfica do Guandu (RH II),

adotou-se metodologia proposta por MAGRINI *et al* (2009). Esta compreende as seguintes etapas:

- 1) Atividades preliminares: estudo exploratório e descritivo do recorte do Estado do Rio de Janeiro estudado, incluindo os municípios que compõem a Região Hidrográfica do Guandu (RH II);
- 2) Levantamento quantitativo do número de leitos e estabelecimentos de saúde localizados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II);
- 3) Estimativa da quantidade diária de resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II); e
- 4) Levantamento da capacidade instalada para tratamento e destinação final do quantitativo gerado dos resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro.

O levantamento e coleta de dados foram realizados através dos seguintes departamentos e órgãos associados, direta ou indiretamente, na gestão dos resíduos de serviço de saúde do Estado do Rio de Janeiro:

* *Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)*: Responsável por “promover a proteção da saúde da população por intermédio do controle sanitário (...) de serviços submetidos à vigilância sanitária”, incluindo estabelecimentos de saúde e resíduos por eles gerados. (Lei nº 9782/1999 - Missão ANVISA);

* *Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)*: Responsável pela “informatização das atividades do Sistema Único de Saúde (SUS), dentro de diretrizes tecnológicas adequadas, essencial para a descentralização das atividades de saúde e viabilização do Controle Social sobre a utilização dos recursos disponíveis”. (Decreto nº 6860/2009);

* *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*: A Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (2009), realizada pelo IBGE, investiga todos os estabelecimentos de saúde existentes no País que prestam assistência à saúde individual ou coletiva, públicos ou privados, com ou sem fins lucrativos, em regime ambulatorial ou de internação, incluindo aqueles que realizam exclusivamente serviços de apoio à diagnose e terapia e controle regular de zoonoses, com o objetivo básico de revelar o perfil da capacidade instalada e da oferta de serviços de saúde no Brasil;

* **Secretaria Estadual de Saúde:** Responsável por “formular, implantar e gerenciar as políticas públicas de Saúde e Defesa Civil no Estado do Rio Janeiro”. Sua visão inclui “ser reconhecida como a gestora do Sistema Único de Saúde (SUS) e da Defesa Civil no Estado do Rio de Janeiro, capaz de garantir a saúde como direito de cidadania e promover a defesa da vida e do meio ambiente”; e

* **Instituto Estadual do Ambiente (INEA):** Responsável por “proteger, conservar e recuperar o meio ambiente do Estado do Rio de Janeiro para promover o desenvolvimento sustentável” (Lei nº5.101/2007, Missão INEA). Cabe ao INEA, o controle direto e individual das unidades geradoras de resíduos e dos processos de destinação final, sendo a disponibilidade de informação atualizada sobre os tipos, estoques e destinos dos resíduos gerados no parque industrial requisito para o controle ambiental eficaz, possibilitando a divulgação de informação e a definição de um Plano Nacional para gestão destes resíduos.

Descreve-se a seguir a aplicação da metodologia aqui utilizada.

6.2.1 Atividades Preliminares

Segundo o *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim* (PERH Guandu, ANA, 2006), a Região Hidrográfica do Guandu (RH II), região de recorte deste estudo, apresentada na Figura 09, inclui as bacias dos rios Guandu (1.385 km^2), da Guarda (346 km^2) e Guandu Mirim (190 km^2), totalizando uma área de drenagem de 1.921 km^2 , representando cerca de 70% da área total da bacia hidrográfica contribuinte à Baía de Sepetiba. Este importante rio é responsável pelo sistema de abastecimento de água para mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 80% a 85% dos habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

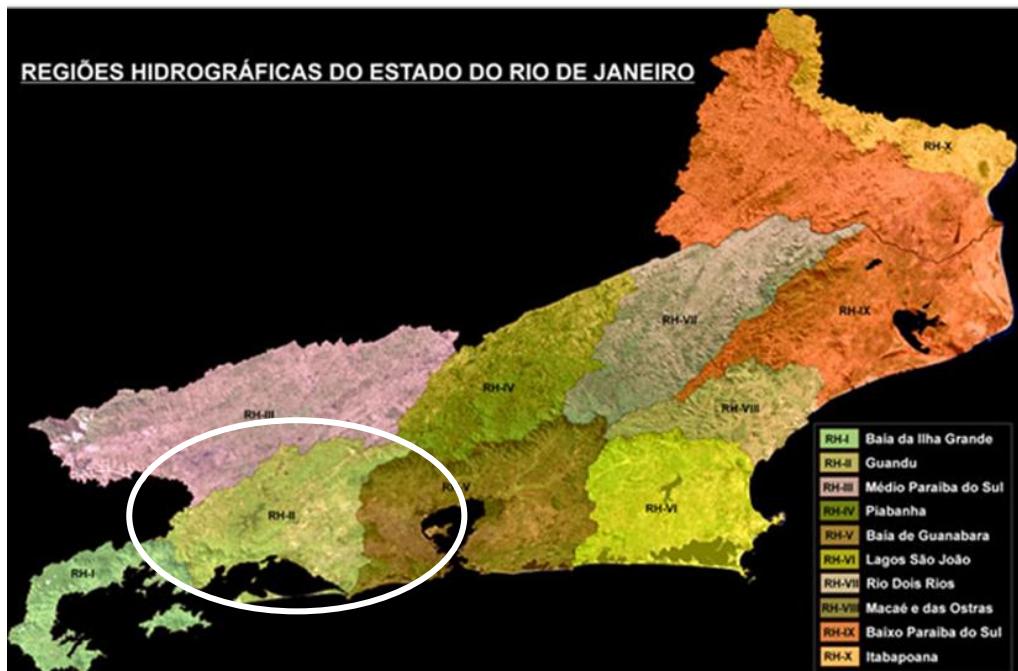


Figura 09 - Mapa do Estado do Rio de Janeiro, dividido por Regiões Hidrográficas.

Em destaque a Região Hidrográfica do Guandu (RH II). (Fonte: INEA, 2011)

A Figura 10 apresenta destacadamente a Região Hidrográfica do Guandu, com sua área limítrofe, as regiões hidrográficas adjacentes, assim como os municípios que estão parcial ou integralmente incluídos nesta região.

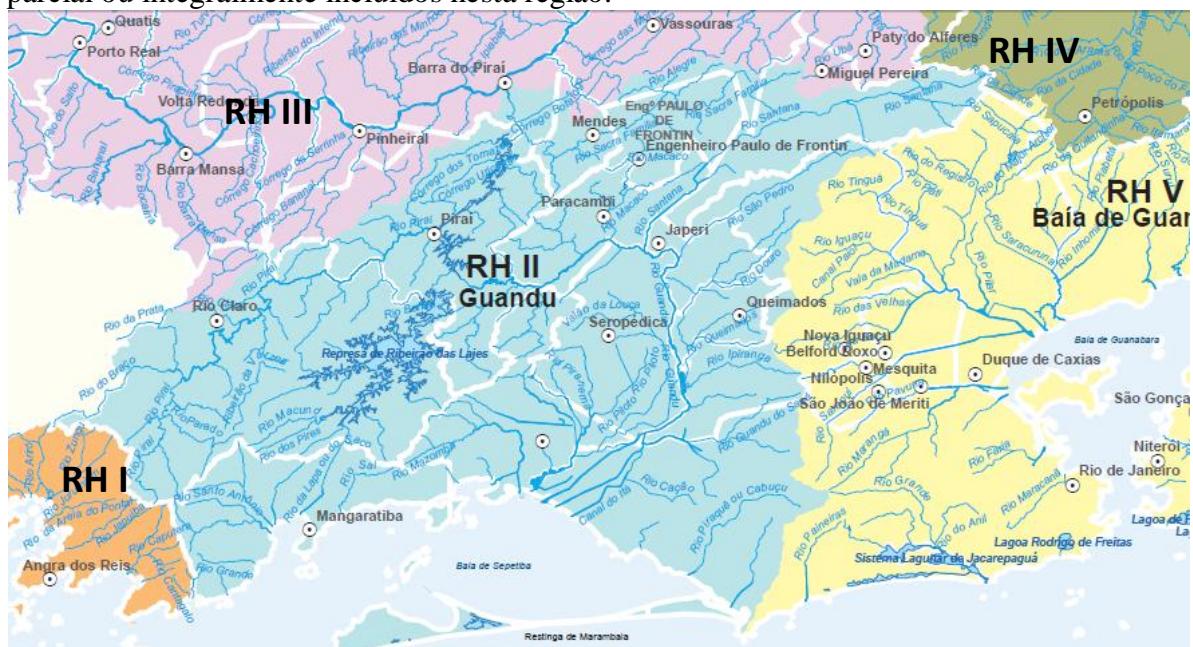


Figura 10 - Região Hidrográfica do Guandu com os municípios parcial ou integralmente inclusos e Regiões Hidrográficas adjacentes. (Fonte: INEA, 2011)

Compõem a Região Hidrográfica do Guandu (RH II), 15 municípios fluminenses, sendo 7 deles integralmente inseridos (Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri,

Mangaratiba, Paracambi, Queimados e Seropédica), enquanto 8 municípios estão parcialmente integrados nesta região (Barra do Piraí, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras). O Quadro 19 apresenta a relação dos municípios incluídos na Região Hidrográfica do Guandu com seu número de habitantes e o percentual territorial do município inserido na Região.

Municípios	Número de Habitantes (2000)	Número de Habitantes (2010)	% do município incluído na RH II - Guandu
Engenheiro Paulo de Frontin	12.164	13.239	100%
Itaguaí	82.003	109.163	100%
Japeri	83.278	95.391	100%
Mangaratiba	24.901	36.311	100%
Paracambi	40.475	47.074	100%
Queimados	121.993	137.938	100%
Seropédica	65.260	78.183	100%
Barra do Piraí	88.503	94.855	3,8%
Mendes	17.289	17.940	80,3%
Miguel Pereira	23.902	24.647	86,5%
Nova Iguaçu	920.599	795.212	48,9%
Piraí	22.118	26.309	21,1%
Rio Claro	16.228	17.401	36,6%
Rio de Janeiro	5.857.904	6.323.037	12,9%
Vassouras	31.451	34.439	1,8%
TOTAL	7.408.068	7.851.139	Área total do RH II = 189.810 ha

Quadro 19 - Relação dos municípios que compõe a Região Hidrográfica do Guandu (RH II), o número de habitantes de cada município e percentual territorial do município inserido na Região. (Fonte: Comitê Guandu e IBGE 2000/2010)

6.2.1.1 Potencial crescimento econômico e populacional da Região Hidrográfica do Guandu (RH II) e atual situação da disposição final de resíduos

Segundo o *Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul* (2009), a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) é uma joint venture (empreendimento conjunto de dois

grupos econômicos independentes) com um conglomerado industrial, siderúrgico e portuário formado pela associação da Companhia do Vale do Rio Doce (27% de participação) e a empresa alemã ThyssenKrupp (73% de participação). A capacidade produtiva será de 10 milhões de toneladas de placas de aço anual. Inicialmente serão produzidos cinco milhões de placas de aço.

A mesma fonte acrescenta que o empreendimento está localizado na porção oeste do município do Rio de Janeiro, na região administrativa de Santa Cruz e próximo do Porto de Itaguaí. Na parte norte e leste, limita-se com o continente, oeste com a Baía da Ilha Grande (Angra dos Reis) e sul com a Restinga de Marambaia (Itaguaí e Mangaratiba). A CSA é a maior siderúrgica da América Latina e sua área corresponde ao dobro da área de dois bairros do município do Rio de Janeiro - Ipanema e Leblon. A região conta com diversos empreendimentos em fase de licenciamento da atividade portuária e siderúrgica: Portuário (Porto Sudeste da LLX Logística), cuja previsão é de escoar 50 milhões de toneladas de minério proveniente do Quadrilátero Ferrífero; ampliação do Porto de Itaguaí; construção de estaleiro de grande porte com a finalidade de construção de submarinos da Marinha do Brasil e de um porto que será compartilhado pelas empresas Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Gerdau e a Petrobras. No setor Siderúrgico o projeto é expandir a capacidade produtiva da Gerdau Cosigua e a implantação de uma nova usina da Gerdau voltada para a produção de aços especiais, cujo nome será Gerdau Aços Especiais Rio. Nos últimos anos, a região vem ganhando maior importância em razão da sua vantagem logística com a sucessiva implantação de projetos portuários e siderúrgicos. A região administrativa de Santa Cruz possui dois pólos importantes industriais, Palmares e Paciência, e concentra empresas como Casa da Moeda, COSIGUA (Companhia Siderúrgica da Guanabara), VALESUL Alumínio S.A e a White Martins. A planta da CSA se encontra próxima de um dos locais com maior potencial turístico do estado do Rio de Janeiro - a região da Costa Verde composta pelos municípios de Itaguaí, Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty. A região é ainda hoje entendida como polo industrial, embora o Plano Estratégico da cidade do Rio de Janeiro seja fomentar o ecoturismo, principalmente na gastronomia, botânica, pesqueira e agrícola e a consolidação das diferentes expressões histórico-culturais da região. A atividade turística é impulsionada em razão da presença de ecossistemas ainda preservados.

Segundo a *Fundação CIDE*, os empreendimentos serão positivos para o mercado de trabalho. De acordo com as expectativas, a Companhia Siderúrgica do Atlântico

representará um acréscimo de 35% no emprego formal no setor siderúrgico no Estado do Rio de Janeiro. Esta empresa representa apenas uma parte dos megaempreendimentos, em nível portuário e industrial projetado para a Baía de Sepetiba nas próximas décadas. A empresa representa um conglomerado industrial, siderúrgico e portuário da CSA. O conglomerado é constituído por: um porto com dois terminais juntamente como uma Ponte de Acesso cujo tamanho será de 4 km e um píer de 700 metros que atravessa o oceano e o manguezal; usina siderúrgica com capacidade produtiva de 10 milhões de toneladas de placas de aço e uma usina termoelétrica alimentada por quatro milhões de toneladas de carvão mineral oriundo da Colômbia com capacidade prevista de geração de 490MW de energia elétrica.

Devido à operação desses inúmeros empreendimentos, o rápido desenvolvimento industrial e urbano tem como consequência o aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. O acréscimo das concentrações atmosféricas destas substâncias, a sua deposição no solo, nos vegetais e nos materiais é responsável por danos na saúde, redução da produção agrícola, danos nas florestas, degradação de construções e obras de arte e de uma forma geral origina desequilíbrios nos ecossistemas. Estes efeitos, contudo não afetam o ar do território de uma forma equilibrada, concentrando-se nas áreas onde é maior a concentração urbana e industrial. Muitos estudos já demonstram o impacto da siderurgia e de seus rejeitos industriais sobre o ar e a saúde pública: aumento das doenças respiratórias, dos casos de câncer e de micoses e outras doenças dermatológicas. Esses impactos ocorrem em duas escalas: a primeira sobre os moradores próximos ao empreendimento industrial, que são os que mais sofrem com a poluição atmosférica e com os dejetos industriais; a segunda sobre a população residente em um raio mais amplo, como a cidade ou mesmo o estado do Rio de Janeiro. Tais fatores, indubitavelmente, resultarão numa maior procura por atendimentos em estabelecimentos de saúde, o que acarretará uma maior geração de resíduos de serviço de saúde.

Todavia, atualmente, na Região Hidrográfica do Guandu muitos são os problemas causados pelas atividades antrópicas, resultando em impactos que promovem a degradação ambiental e prejuízos à saúde pública, estando os resíduos sólidos inseridos neste contexto. Grande parte dos municípios compreendidos nesta região, não conta com serviços de coleta de resíduos sólidos, observando-se, também, baixos índices de atendimento de coleta de lixo urbano. Mais precário ainda é a situação de disposição final desses resíduos, sendo comum o lançamento em lixões localizados, em grande

parte, às margens dos rios da bacia e em encostas, e próximos a aglomerações urbanas, resultando em grave impacto ambiental.

Segundo *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim* (PERH Guandu, ANA, 2006), esta região tem uma série de desafios relacionados ao gerenciamento dos seus recursos hídricos, dentre os quais destacam-se: a qualidade da água na captação da Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A poluição, devido à falta de saneamento básico e da disposição inadequada de resíduos sólidos, junto à tomada d'água da ETA Guandu aumenta os custos de produção da água tratada, traz dificuldades operacionais para a ETA e compromete a qualidade da água distribuída à população, uma vez ser difícil remover, via tratamento convencional, algumas substâncias orgânicas produzidas por cianobactérias. Ainda segundo esta mesma fonte, em 2005, a ETA Guandu gastou aproximadamente R\$ 18 a R\$ 20 milhões somente com produtos químicos para o tratamento da água (em média 318 toneladas de produtos químicos por dia). Esta quantidade poderia ser reduzida em cerca de 20 a 25%, não fosse o excesso de poluição encontrada naqueles corpos hídricos.

Neste contexto, encontra-se mais uma vez, a preocupação com o gerenciamento dos resíduos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), não apenas dos resíduos de serviço de saúde, mas também dos resíduos domésticos. Por apresentarem características parecidas, ambos os grupos deveriam ser alvos de preocupações semelhantes. Enquanto a legislação vigente exige que a parcela potencialmente infectante gerada nos estabelecimentos de serviço de saúde receba tratamento prévio antes da sua disposição final nos aterros sanitários, o mesmo não se aplica aos resíduos domésticos. Todavia, conforme apresentado no Capítulo IV, resíduos domiciliares podem apresentar microrganismos em concentração superior aos encontrados nos resíduos de serviço de saúde.

No entanto, mesmo que estudos comprovem que não há necessidade de tratamento para eliminar o potencial patogênico e de contaminação dos resíduos que forem destinados em aterros sanitários licenciados ambientalmente, é indiscutível o potencial poluidor desses resíduos se destinados de maneira irregular. Mesmo quando destinados em aterros sanitários, deve-se lembrar de que tal alternativa não é considerada uma opção de tratamento de resíduos, e que esse armazenamento em massa de resíduos pode se tornar um problema no futuro. Além disso, vale salientar que, a instalação de uma central de tratamento de resíduos e uma unidade de aterro sanitário na

região, favorecendo ao fluxo contínuo e crescente de caminhões transportando resíduos para a área de estudo, pode inclusive induzir a formação de aterros clandestinos ou o lançamento irregular destes em cursos d'água.

De acordo com normas e legislações vigentes, os governos municipais são responsáveis pela coleta e disposição final dos resíduos domésticos, de forma a atender os propósitos sanitários e ambientais. Entretanto, nenhum município possui um programa de gerenciamento dos resíduos e tão pouco um programa oficial para a reciclagem dos mesmos. Segundo MAGRINI (2009), atualmente o Estado do Rio de Janeiro, composto por 92 municípios, se encontra com:

- 11 Aterros Sanitários Licenciados (LO/ LI): Gericinó/Bangu, Macaé, Nova Friburgo, Paracambi, Petrópolis, Piraí, Rio das Ostras, sendo 3 particulares: Nova Iguaçu, Santa Maria Madalena e São Pedro da Aldeia.
- 14 Aterros Controlados (vazadouro remediado com operação): Angra dos Reis, Barra do Piraí, Duque de Caxias (Jardim Gramacho, em fase final de operação), Guapimirim, Itaboraí, Miracema, Natividade, Niterói, Nova Friburgo, Porciúncula, Resende, Rio Bonito, Rio das Flores, Teresópolis;
- 06 Aterros Sanitários em Licenciamento: Itaboraí, Miguel Pereira, Niterói, Vassouras, sendo 2 particulares: Campos e Seropédica; e
- 49 vazadouros (lixões), sendo 26 operacionais possuindo grande parte a presença de catadores, crianças, animais de corte e vetores.

Ressalta-se a existência de algumas intervenções técnicas nestes vazadouros, visando à transformação em aterro controlado. Entretanto, na prática, estas ações são descontinuadas e resultam apenas em melhorias pontuais em curtos intervalos de tempo.

A inserção da problemática dos resíduos de serviço de saúde tem como finalidade levantar, ou estimar, dados quantitativos da geração, tratamento e destinação destes resíduos gerados no Estado do Rio de Janeiro assim como uma visão mais local da temática, abrangendo especificamente os municípios incluídos na Região Hidrográfica do Guandu.

6.2.2 Levantamento quantitativo do número de leitos e estabelecimentos de saúde localizados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II)

Atualmente no Estado do Rio de Janeiro existem 14.192 estabelecimentos de saúde, sendo 355 unidades hospitalares, distribuídos entre o setor público e privado, sendo que essas unidades dispõem de 54.612 leitos, 26.343 destes (48,2%) apenas na capital fluminense (CNES, 2011). O município do Rio de Janeiro conta ainda com um número estimado de 5.000 pequenos geradores de resíduos potencialmente infectantes, recolhidos normalmente por empresas terceirizadas e licenciadas para coleta e transporte dos resíduos. Segundo a Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Município do Rio de Janeiro (COMLURB) são classificados como pequenos geradores, estabelecimentos como consultórios médicos, consultórios odontológicos, clínicas veterinárias que só atendem animais domésticos de pequeno porte, laboratórios de análises clínicas que realizem até 20 ensaios por dia, farmácias que não realizem procedimentos invasivos, clínicas de estética (embelezamento, emagrecimento, tatuagens, etc), condomínios com até 10 unidades geradoras citadas e residências com portadores de doenças infectocontagiosas em tratamento domiciliar (COMLURB, 2003).

Cabe ressaltar que os geradores e os prestadores de serviço, incluindo os transportadores e equipes terceirizadas de limpeza e desinfecção hospitalar, são co-responsáveis legalmente em todo o processo de manejo, envolvendo o encaminhamento seguro dos resíduos desde a sua geração até o destino final. O Quadro 20 apresenta a relação da localização e as empresas licenciadas para a coleta e transporte de resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro.

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO
Atual 2005 Coleta de resíduos LTDA ME	Penha Circular
Bel Lar Decomposição Térmica LTDA	Araruama
Clean Ambiental Serviços de Coleta e Transportes LTDA	Bonsucesso
Cooletrans - Coleta e Reciclagem de Lixo LTDA	Todos os Santos
Depósito de Papel Santa Cecília LTDA	Rocha Miranda
Facility Coleta Seletiva LTDA	Olaria
Irmãos Ribeiro Comércio de resíduos e Transportes LTDA	Belford Roxo

Kioto Ambiental LTDA	Rio Comprido
Koleta Ambiental S/A	Colégio
Landtec Consultoria Ambiental e Serviços de Construção Civil LTDA	Jardim América
Limpatech Serviços e Construções LTDA	Centro
Locanty Com. Serviços LTDA	Centro
Mauro Luiz Simpliciu da Silva LTDA ME	Duque de Caxias
Multiambiental Coletas e Transportes LTDA	Bonsucesso
Operação Resgate - Transportes LTDA	Bonsucesso
Residuo All de Copacabana Serviços de Biossegurança LTDA	Ramos
Riolix Coleta de resíduos e Serviços LTDA	Penha Circular
Rodocon Construções Rodoviárias LTDA	Centro
Sanetran Saneamento Ambiental S/A	Bonsucesso
Trusher Serviços de Esterilização LTDA	Benfica

Quadro 20 - Relação das empresas licenciadas para coleta e transporte de resíduos

de serviço de saúde e sua localização. (Fonte: COMLURB, 2011)

Todavia, o transporte desses resíduos, nem sempre realizado de forma adequada, é tolerado por alguns órgãos fiscalizadores estaduais, embora contrarie a normatização federal. Em muitos casos, observa-se que os veículos não possuem recipientes que assegurem a integridade dos sacos plásticos que contém tais resíduos, levando-os a se romperem durante o translado e tendo como consequências: riscos de aspersão de microrganismos patogênicos, derramamento de chorume, dentre outras (MONTEIRO, 2001).

Por outro lado, em vários estados brasileiros, por exemplo, inclusive no Estado do Rio de Janeiro, a carência de aterros sanitários licenciados pelo órgão ambiental tem obrigado a muitos geradores a buscarem alternativas, normalmente mais custosas, para atender a conformidade legal, fazendo por vezes uma interpretação errônea das normas, generalizando a máxima de que todos os resíduos gerados necessitam de tratamento prévio de algumas classes de resíduos de serviço de saúde antes da sua disposição final.

Segundo a ABNT NBR 12807/1993, define-se Estabelecimento de Saúde como instituição que, em razão de suas atividades, produz resíduos de serviço de saúde. Como no Brasil, não há um banco de dados oficial que quantifique a geração real de resíduos de serviço de saúde, utilizou-se neste estudo, a metodologia baseada em MAGRINI (2009).

Para a região de estudo, foi realizado levantamento quantitativo do número de hospitais e do número de leitos existentes. Por simplificação, na maioria dos casos, é realizada uma relação entre a geração média diária de resíduos gerados, em função do número de leitos do estabelecimento, obtendo-se assim números que podem estar sujeitos a certo grau de imprecisão, mas que permitem facilidades de manejo e aplicação. Esta situação não pode ser aplicada a farmácias, ambulatórios, postos de saúde, consultórios e clínicas, para os quais são necessários estudos específicos.

OROFINO (1996), citando pesquisa feita por AKUTSU & HAMADA (1993), concluiu que os 17 maiores hospitais de Porto Alegre representavam 85% da parcela geradora de resíduos de serviço de saúde naquele município. Em estudo semelhante, SCHNEIDER *et al.* (2001) destacam a participação percentual na geração de resíduos de serviço de saúde separados por grupo de estabelecimentos na cidade de Guarulhos/SP. Estes dados, apresentados no Quadro 21, mostraram que os hospitais contribuíram em mais de 62% como geradores de resíduos de serviço de saúde. Ressalta-se que tal participação é de valor expressivo, uma vez que estas unidades encontram-se em número inferior aos outros estabelecimentos inventariados, exceto em relação ao número de clínicas veterinárias.

Tipo de Estabelecimento	Quantidade de estabelecimentos Inventariados	Quantidade de resíduos produzidos	Participação no Total Geral %
Hospitalar	17	3.690,5	62,4
Pronto Atendimento	46	416,58	7,04
Clínicas Dentárias	279	363,78	6,15
Farmácias e Drogarias	174	586,75	9,92
Ambulatórios Industriais	85	170,20	2,88
Ambulatórios	121	356,05	6,02
Clínicas Médicas	300	304,77	5,15
Clínicas Veterinárias	6	25,70	0,43
Total	1028	5.914,38	100%

Quadro 21 - Participação na geração de resíduos de serviço de saúde, separados por grupo de estabelecimentos geradores da cidade de Guarulhos/SP. (Fonte: SCHNEIDER *et al.*, 2001)

Desta forma, o número de unidades hospitalares foi identificado através de consulta ao Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2011) – comparado ao descrito por MAGRINI *et al.* (2009) – e sua quantificação sintetizada no Quadro 22.

Municípios	Número de Hospitais
Engenheiro Paulo de Frontin	2
Itaguaí	2
Japeri	3
Mangaratiba	1
Paracambi	6
Queimados	2
Seropédica	2
Barra do Piraí	3
Mendes	1
Miguel Pereira	1
Nova Iguaçu	3
Piraí	1
Rio Claro	1
Rio de Janeiro	102
Vassouras	3
TOTAL	133

Quadro 22 - Relação do número de unidades hospitalares presentes nos municípios da Região Hidrográfica do Guandu (Fonte: MAGRINI et al, 2009 e CnesNet, Janeiro/2011)

O Quadro 23 apresenta o número de leitos existentes em unidades de saúde - públicos e privados - distribuídos pelos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II).

Municípios	Número de Leitos		
	Público	Privado	TOTAL
Engenheiro Paulo de Frontin	39	11	50
Itaguaí	141	-	141
Japeri	239	6	245
Mangaratiba	60	2	62
Paracambi	747	17	764
Queimados	252	50	302
Seropédica	51	-	51
Barra do Piraí	258	88	346
Mendes	46	38	84
Miguel Pereira	74	28	102
Nova Iguaçu	728	388	1.116
Piraí	46	6	52
Rio Claro	36	-	36
Rio de Janeiro	13.905	12.438	26.343
Vassouras	463	77	540
TOTAL	17.085	13.149	30.234

Quadro 23 - Número de leitos distribuídos pelas unidades hospitalares dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Guandu - RH II. (Fonte: CnesNet/Fevereiro2011)

No entanto, alguns municípios estão apenas parcialmente inseridos na região do presente estudo. Desta forma, considerando ser uniforme a distribuição territorial das unidades de saúde e o número de leitos, a estimativa do número de leitos presente na Região Hidrográfica do Guandu, foi calculada levando em conta o percentual do município dentro da região estudada.

O Quadro 24 apresenta o número de leitos presente na região do estudo.

Municípios	Número total de leitos	% do município inserido na área do estudo	Número de leitos inseridos na área do estudo
Engenheiro Paulo de Frontin	50	100%	50
Itaguaí	141	100%	141
Japeri	245	100%	245
Mangaratiba	62	100%	62
Paracambi	764	100%	764
Queimados	302	100%	302
Seropédica	51	100%	51
Barra do Piraí	346	3,8%	13
Mendes	84	80,3%	67
Miguel Pereira	102	86,5%	88
Nova Iguaçu	1.116	48,9%	546
Piraí	52	21,1%	11
Rio Claro	36	36,6%	13
Rio de Janeiro	26.343	12,9%	3.398
Vassouras	540	1,8%	10
TOTAL	30.234	18,36%	5.761

Quadro 24 - Número de leitos inseridos na Região Hidrográfica do

Guandu - RH II (Fonte: Adaptado de CnesNet/Fevereiro2011)

Desta forma, observa-se que na Região Hidrográfica do Guandu (RH II) estima-se a quantificação de 5.761 leitos existentes nas unidades hospitalares de saúde dos municípios inseridos na região do presente estudo.

Esta estimativa representa atualmente cerca de 10,5% dos leitos existentes no Estado do Rio de Janeiro (54.612 leitos no total). Todavia, conforme destacado, o crescimento econômico da Região poderá acarretar num aumento populacional, refletindo num aumento do número de atendimentos de saúde e no volume de resíduos de serviço de saúde gerados.

6.2.3 Estimativa da quantidade diária de resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro e na Região Hidrográfica do Guandu (RH II)

Ao longo dos anos, inúmeros estudos e pesquisas têm abordado a taxa média de geração de resíduos de serviço de saúde. O Quadro 25 apresenta, segundo alguns autores, a taxa média de geração e o ano de referência.

Autor e Ano do Estudo	Taxa Média de Geração de Resíduo de Serviço de Saúde (kg/leito.dia)	Taxa Média de Geração de Resíduo do Grupo A e E (kg/leito.dia)	% presente de resíduo do Grupo A e E (Risco Biológico/Perfurocortante)	Observações & Referências:
Monreal et al (1978)	2,63	0,40 - 0,53	15 - 20%	Taxa Média Nacional (1978)
Bertussi Filho et al (1994)	1,30	0,68	52,3%	Parâmetro Nacional segundo Divisão de Organização Hospitalar
Formaggio et al (1994)	1,2 - 3,5	0,18 - 0,7	15 - 20%	Taxa Média Nacional (1994)
Leda et al (1995)	0,96	0,49	51,0%	Enfermaria do Hospital das Clínicas da UNICAMP – SP
Monteiro et al (2001)	3,98	0,60	15%	Média dos Hospitais do Estado do Rio de Janeiro
Hoppe et al (2005)	3,24	0,57	17,6%	Hospitais do Interior do Rio Grande do Sul
Leite, K.F.S (2006)	3,78	0,72	19,0%	Hospital Privado de Ribeirão Preto – SP
Toledo et al (2006) ⁴	6,00	1,75	29,2%	Hospital Particular de Santo André – SP
Toledo et al (2006) ⁴	64,07	50,3	78,5%	Hospital Público de Santo André – SP

Quadro 25 - Taxa média de geração de resíduos de serviço de saúde e resíduos do Grupo A e E (risco biológico e perfurocortante) segundo estudo de diferentes autores. (Fonte: Elaboração Própria, 2011)

A grande discrepância entre os valores apresentados por diferentes autores leva ao questionamento sobre a confiabilidade da obtenção dos dados e a dificuldade em estabelecer uma taxa média de geração de resíduos de serviço de saúde e dos resíduos do Grupo A e E (Risco Biológico e Perfurocortante). Em estudo da mesma região, MAGRINI *et al.* (2009), baseado nos dados de MONTEIRO *et al* (2001), optaram por

⁴ Segundo os dados quantitativos coletados nesta pesquisa, a significativa diferença existente entre os indicadores (hospital particular x público) pode ser explicada em função do controle mais rigoroso e pleno que a atividade privada deve ter, em função dos custos oriundos para a destinação adequada e para o cumprimento da legislação, diferente da falta de comprometimento no setor público. O Hospital Particular, apresentado na pesquisa, apresenta um sistema implementado de gerenciamento de resíduos, bem como indicadores de performance medidos mensalmente.

utilizar a média brasileira (2,63kg/leito.dia) por entender que a média da cidade do Rio de Janeiro (3.98 kg/leito.dia) seria elevada demais para ser aplicada aos municípios ali inseridos.

Todavia, uma nova metodologia de estimativa de geração média diária dos resíduos de serviço de saúde foi elaborada e adotada para este estudo e está apresentada a seguir.

Levando em consideração dados do ano de 2008, em que, o Brasil possuía 347.102 leitos em funcionamento em todo o território nacional (CNES, 2008), e que estes foram responsáveis pela geração de 891 toneladas/dia de Resíduo de Serviço de Saúde (PNSB 2008), podemos considerar uma taxa nacional média de 2,57 kg/leito.dia. Por outro lado, não podemos assegurar que esta taxa seja homogênea em todo território brasileiro, isso porque, estabelecimentos de diferentes naturezas - público, privado ou universitário - podem ter procedimentos diferenciados quanto aos recursos a serem usados, interferindo diretamente na quantidade de resíduos gerados.

Este quantitativo é função das diferentes atividades que nele se desenvolvem, dependendo, portanto da quantidade de serviços médicos, do grau de complexidade da atenção prestada, do tamanho do estabelecimento, da proporção entre pacientes externos e internos, e do número de profissionais envolvidos, não sendo fácil, portanto, estabelecer relações simples que permitam estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados (MONREAL, 1993 *apud* SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Assim, considerando o universo de 5.761 leitos distribuído em diferentes estabelecimentos de unidades de saúde incluídos na Região Hidrográfica do Guandu e a taxa média de geração de resíduos de serviço de saúde de 2,57 kg/leito.dia, sendo a parcela de resíduos do Grupo A e E (Risco Biológico e Perfurocortantes) correspondente a 15% a 25% deste total, estima-se, para a região do presente estudo, a geração diária de 14,8 toneladas de resíduos de serviço de saúde, com uma fração diária de 2,2 a 3,7 toneladas de resíduos potencialmente infectantes. Segundo dados utilizados por MAGRINI *et al.* (2009) para a mesma região, estes valores estimados seriam de 12 toneladas/dia da massa total de resíduos de serviço de saúde, sendo 2 toneladas/dia correspondentes à parcela potencialmente infectante.

Utilizando a mesma metodologia desenvolvida neste trabalho para estimar o quantitativo gerado pelos estabelecimentos de saúde do Estado do Rio de Janeiro, percebe-se que os 54.612 leitos existentes no Estado são responsáveis pela geração diária de aproximadamente 140,3 toneladas de resíduos de serviço de saúde, sendo que

entre 21,0 e 35,1 toneladas geradas todos os dias são de resíduos com potencial infectante.

6.2.4 Levantamento da capacidade instalada para tratamento e destinação final do quantitativo gerado dos resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro.

Apesar de apresentar risco de contaminação por agentes patogênicos, parte dos resíduos de serviço de saúde com potencial infectante gerados no municípios do Rio de Janeiro eram encaminhados ao Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho como destinação final sem prévio tratamento. (COMLURB, 2005). No entanto, segundo normas e legislações vigentes, tal procedimento é incorreto, uma vez que resíduos patogênicos, considerados Classe I - Perigosos, deveriam ser previamente descontaminados, passando para Classe II A - Não Perigoso Não Inerte, para receber posterior destinação final em aterro sanitário licenciado.

Assim, em janeiro de 2009, o INEA (anteriormente intitulada como FEEMA) enviou notificação às empresas de transporte de resíduos determinando a paralisação imediata do vazamento de resíduo biológico de entidades privadas no Aterro de Gramacho.

“Na forma do disposto na legislação de controle ambiental do Estado do Rio de Janeiro, fica V. S^a. notificado que deverá paralisar de imediato o envio de resíduos de serviço de saúde para disposição no Aterro Municipal de Jardim Gramacho – AMJG. O Aterro Municipal de Jardim Gramacho encontra-se em fase de encerramento e remediação conforme Licença de Instalação número FE 014252 concedida em 02/06/2008. A restrição número 11 da Licença de Instalação em questão determina a “Paralisação de imediato de recebimento no Aterro Municipal de Jardim Gramacho de resíduos de serviço de saúde (RSS) da iniciativa privada, hospitais e clinicas particulares”. Considerando-se as alternativas já existentes no Estado do Rio de Janeiro, com capacidade para tratar volume maior do que o atualmente encaminhado ao Aterro Municipal de Jardim Gramacho, os resíduos de serviço de saúde deverão ser encaminhados para tratamento/disposição em locais licenciados pela FEEMA, acompanhados dos respectivos manifestos de resíduos. O não cumprimento dos termos desta resolução sujeita o infrator às penalidades previstas na Lei 3467 de 14/09/2000 sem prejuízo as demais sanções legais”.

(FEEMA, Janeiro de 2009)

Em virtude desta notificação, percebe-se que investimentos progressivos para tratamento de resíduos de serviço de saúde foram realizados, aumentando a oferta e capacidade instalada de tratamento dos resíduos. O Quadro 26 apresenta as alternativas tecnológicas disponíveis no Estado do Rio de Janeiro associada à sua capacidade aproximada instalada de tratamento.

ANO	Capacidade Instalada de Tratamento por Tecnologia (t/ano)			TOTAL (t/ano)
	Autoclave	Incineração	Microondas	
2008	2.200	4.000	1.500	7.700
2009	19.300	4.000	1.500	24.800
Aumento %	777%	-	-	222%

Quadro 26 - Tecnologias de tratamento disponíveis no Estado do Rio de Janeiro associadas à sua capacidade instalada (t/ano). (Fonte: ABRELPE 2009)

Segundo dados da ABRELPE (2009), o Estado do Rio de Janeiro apresenta capacidade instalada de tratamento de resíduos de serviço de saúde de 24.800 toneladas/ano ou cerca de 69 toneladas/dia. Observa-se claramente que, comparando o ano de 2008 e 2009, houve expressivo crescimento percentual da oferta de tratamento de resíduos de serviço de saúde graças ao aumento da capacidade instalada de tratamento por meio da utilização da autoclave.

O Quadro 27 apresenta as principais empresas licenciadas para tratamento de resíduo biológico utilizando autoclaves na região metropolitana do Rio de Janeiro e sua capacidade diária de tratamento.

Empresa	Capacidade de tratamento (t/dia)
Trusher	10
Aborgama do Brasil	40
CTR Nova Iguaçu (S.A. Paulista)	7
TOTAL	57

Quadro 27 - Empresas licenciadas para tratamento de resíduos biológicos utilizando autoclaves na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. (Fonte: Candeias, 2009)

Comparando os dados do Quadro 26 e Quadro 27, pode-se concluir que alguns estabelecimentos de saúde e/ou empresas licenciadas, localizadas fora da região metropolitana do Rio de Janeiro, possuem em conjunto a capacidade de tratamento de 12 toneladas/dia de resíduos, utilizando a autoclave como opção de tratamento.

Utilizando os dados estimados acima, de geração aproximada de 140,0 toneladas/dia de resíduos de serviço de saúde pelos estabelecimentos do Estado do Rio de Janeiro, e que cerca de 21,0 a 35,0 toneladas seriam resíduos com potenciais riscos de contaminação patogênica (resíduos classe A e E), pode-se considerar que a atual capacidade instalada de tratamento de resíduos infectantes (69,0 ton/dia) é capaz de tratar todos os resíduos gerados no Estado, caso os dados estimados – de geração de resíduos potencialmente infectantes assim como os dados fornecidos de capacidade de tratamento – forem próximos à realidade.

Quanto aos estabelecimentos de saúde inseridos na Região Hidrográfica do Guandu - RH II, área deste estudo, são responsáveis pela geração diária de 2,0 a 4,0 toneladas de resíduos de serviço de saúde potencialmente infectantes, o que representa cerca de 10% de todo resíduo gerado no Estado do Rio de Janeiro de mesma classificação.

Sendo assim, acredita-se que a atual tecnologia disponível no Estado do Rio de Janeiro e sua capacidade instalada de tratamento são suficientes para atender as normas e legislações vigentes quanto ao tratamento adequado dos resíduos de serviço de saúde referente à parcela com potencial risco de contaminação biológica, porém, não se pode assegurar que todo o volume gerado dessa parcela de resíduos seja efetivamente encaminhado para esta etapa do gerenciamento.

Na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), além da instalação e operação da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), outro importante empreendimento é Aterro Sanitário em Seropédica - CTR Santa Rosa, de propriedade particular da empresa S.A. Paulista de Construções e Comércio, a qual será responsável pela operação do empreendimento.

A área destinada à implantação da Central de Tratamento e Disposição Final de resíduos Santa Rosa – CTR Santa Rosa apresenta cerca de 2.226.000 m² e situa-se a cerca de 10 km do centro do Município de Seropédica e a, aproximadamente, 6 km do Município de Itaguaí. A Figura 11 apresenta a delimitação dos Municípios incluídos na Região Hidrográfica do Guandu, com destaque para a localização da CTR Santa Rosa.

Conforme apresentado em seu Relatório de Impactos Ambientais, A CTR Santa Rosa foi projetada para operar nos próximos 20 anos com uma demanda de resíduos variando de 20 a 8.000 t/dia, com média de 3.673t/dia. Na CTR Santa Rosa serão submetidos ao tratamento os resíduos sólidos classificados pela ABNT como Classe I, Classe II A e II B, ou seja, a CTR Santa Rosa terá capacidade de receber resíduos sólidos de alta periculosidade, como resíduos industriais e de serviços de saúde, bem como aqueles considerados como não perigosos com características domiciliares, comerciais e inertes gerados tanto pelas atividades urbanas quanto pelas atividades industriais.

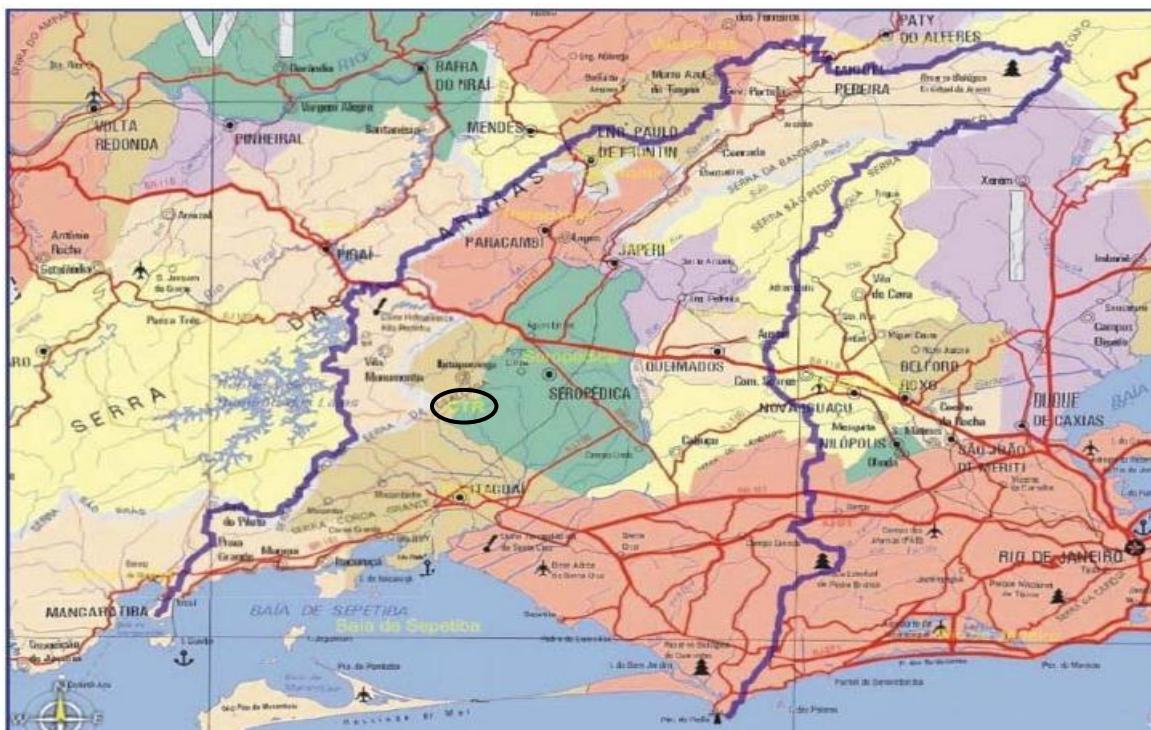


Figura 10 - Localização da CTR Santa Rosa e a delimitação da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba. (Fonte: RIMA CTR Santa Rosa, INEA, 2007)

A Central de Tratamento e Disposição de resíduos Sólidos – CTR Santa Rosa foi concebida para agregar ao longo de sua vida útil os seguintes compartimentos:

- *Unidade de Tratamento de resíduos de serviço de saúde por Autoclavagem, com capacidade de até 50 t/dia;*
- *Aterro de resíduos domiciliares - Classe II, com capacidade de até 8.000t/dia;*
- *Aterro de resíduos Industriais Classe I - capacidade de 18t/dia;*
- *Aterro de resíduos Industriais - Classe II, com capacidade de até 3.000t/dia ou 1.000 t/dia para alternativa com a RJ-109.*

- Unidade de Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais – com capacidade para até 90m³/h.
- Unidade de Tratamento de Solos Contaminados por Dessorção Térmica, para uma capacidade de 10 t/dia;
- Unidade de Tratamento de resíduos Industriais - Classe I por Blendagem para posterior queima em fornos de cimenteiras - capacidade de 10 t/dia;

Todavia, apesar da satisfatória capacidade nominal instalada para recebimento dos resíduos, a Central de Tratamento de resíduos - CTR Santa Rosa, próximo ao Rio Guandu, confronta-se com importante dilema: sua questionável e debatida localização. Instalado próximo ao Rio Guandu, principal fonte de captação de água para abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro, o empreendimento poderá ser responsável por atender de forma ampla a necessidade de tratamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde, assim como destino final dos resíduos domésticos coletados. No entanto, deve-se ressaltar que, mesmo cumprindo todas as normas técnicas e ambientais, problemas operacionais, técnicos ou de outra natureza podem materializar-se, e resultar em contaminação do solo e inclusive de águas subterrâneas, comprometendo a captação e distribuição de água de grande parte da região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Apesar de não ser o principal objetivo deste trabalho, uma importante recomendação para estudos futuros, envolve analisar alternativas de tratamento que sejam técnica e economicamente viáveis tanto para resíduos de serviço de saúde quanto para os resíduos domiciliares, uma vez que os mesmos apresentam características semelhantes. O aterro sanitário, apesar de ser um projeto de engenharia, operando em condições de reduzir os impactos ambientais quanto à disposição final de resíduos, não pode ser considerado uma opção de tratamento de resíduos. Além do mais, depois de encerradas as atividades, um aterro sanitário precisa ser monitorado por aproximadamente quinze anos para coleta e tratamento do chorume e do biogás gerado. Estudos relacionados deveriam contemplar não apenas tratamentos capazes de reduzir o potencial infectante dos resíduos gerados, mas como possibilitar sua eliminação de forma segura. Uma alternativa seria a utilização de incineradores ambientalmente licenciados, economicamente viáveis, capazes de reduzir o volume final dos resíduos gerados e com eficiente tratamento dos gases visando o seu aproveitamento energético, substituindo os aterros sanitários atualmente instalados.

CAPÍTULO VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

As atividades associadas ao setor de saúde são fundamentais no contexto de todos os aglomerados humanos organizados. No entanto, o comprometimento ambiental necessário para a gestão adequada dos resíduos sólidos de serviço de saúde ainda é debatido tanto pela comunidade científica como pelas autoridades sanitárias e pela população em geral. Tal preocupação é intensificada, pois, apesar de representar menos de 1% do volume total de resíduo urbano coletado (estima-se atualmente compor 0,35% do total), e possuir muitas das vezes, características semelhantes aos resíduos domiciliares gerados, a destinação dos resíduos ainda é uma etapa que resulta em grandes impactos ambientais.

Dados da PNSB (2008) apontam que 80,2% dos municípios brasileiros realizam a coleta dos resíduos de serviço de saúde, e cerca de 19% deles lançam tais resíduos em vazadouros juntamente com os resíduos urbanos, enquanto 46,9% dos municípios não realizam nenhum tipo de tratamento ou o realizam de modo inadequado.

No entanto, dados da ABRELPE (2009) apresentam algumas divergências nos valores relatados, apontando que 43% dos resíduos urbanos gerados foram destinados inadequadamente em aterros ao céu aberto e em aterros controlados, sendo esta opção de descarte para 62% dos municípios. Quanto aos resíduos de serviço de saúde, cerca de 73,3% dos municípios brasileiros realizam, de modo total ou parcial, a coleta destes resíduos, sendo o aterro a céu aberto o destino final escolhido por 24,7% dos municípios. Para a região Sudeste, os dados apontam que 74,9% dos municípios realizam a coleta dos resíduos de serviço de saúde, e destes, 17,3% optam por aterros a céu aberto como alternativa de destino final dos resíduos coletados, e 43,9% realizam algum tipo de tratamento adequado dos resíduos gerados, seja por meio da incineração, autoclave ou microondas. Todavia, estes dados precisam ser analisados cuidadosamente, pois são baseados em entrevistas e questionários aplicados aos setores administrativos de alguns municípios, e estatisticamente dimensionados para regiões estaduais, regionais e nacionalmente.

Em pesquisa secundária, informal, através de contato telefônico, os funcionários responsáveis pelos setores de resíduos, tanto da ANVISA quanto do INEA reconhecem não haver um banco de dados oficial, visando quantificar e mapear a situação dos resíduos de serviço de saúde no Estado do Rio de Janeiro, e que, apesar da fiscalização, muitos estabelecimentos de saúde não tem implementado o Programa de Gerenciamento

de resíduos e alguns não elaboram o Manifesto de resíduos, documento essencial para realizar o levantamento, quantificação e estudo da real situação em que se encontram os resíduos e a destinação final dos mesmos.

Desta forma, através dos dados coletados e das estimativas realizadas nesta pesquisa, pode-se concluir no presente trabalho, que a capacidade instalada de tratamento dos resíduos potencialmente infectantes assim como a disponibilidade de aterros sanitários ambientalmente licenciados para a disposição final de resíduos não representam entraves no processo do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde.

Todavia, a ausência de dados oficiais, de quantificação real dos resíduos de serviço de saúde gerados, foi uma das dificuldades encontrada para a realização desse trabalho. Os estudos a respeito do assunto são baseados em dados estatísticos ou estimativas. Por isso, propostas para estudos futuros que visem à atualização das informações coletadas ou a elaboração de um banco de dados confiável, com dados mais exatos possíveis, podem contribuir para melhorias na gestão dos resíduos de serviço de saúde.

Sendo assim, a partir das informações levantadas no presente estudo, acredita-se que a atual tecnologia disponível no Estado do Rio de Janeiro e sua capacidade instalada de tratamento são suficientes para atender as normas e legislações vigentes quanto ao tratamento adequado dos resíduos de serviço de saúde referente à parcela com potencial risco de contaminação biológica, porém, não se pode assegurar que todo o volume gerado dessa parcela de resíduos seja efetivamente encaminhado para esta etapa do gerenciamento, haja vista que a destinação desses resíduos ainda se dá de forma preponderante em lixões, aterros ou, pior ainda, não são coletados, tendo, portanto, destino ignorado.

Desta forma, acredita-se que a falta de gerenciamento adequado nas unidades de serviço de saúde e a ausência de fiscalização referente a essa parcela de resíduos representam lacunas que precisam ser sanadas para evitar impactos ambientais decorrentes do manejo desses resíduos. Outra lacuna identificada, que necessita de estudos mais aprofundados, refere-se a alternativas viáveis para eliminação dos resíduos de serviço de saúde, viabilizando menor impacto ambiental sobre os meios físico, biótico e sócio-econômico, uma vez que a destinação dos resíduos para aterros sanitários possibilita apenas, de forma economicamente viável, o armazenamento dos resíduos gerados, porém não continuem alternativas de tratamento dos mesmos.

Os resíduos de serviço de saúde, embora não gerados quantitativamente de modo significativo, comparada à geração dos resíduos sólidos urbanos, têm qualitativamente um poder contaminante muito elevado. A segregação dos diferentes grupos de resíduos é importante para impedir que pequenas frações de resíduos infectantes ou químicos contaminem a totalidade. A legislação estabelece que, quando resíduos perigosos são misturados aos comuns, todo resíduo deve ser tratado como perigoso, inviabilizando, muitas vezes, técnica ou financeiramente um tratamento adequado. Em estudo publicado por PILGER (2007), cerca de 0,7% dos resíduos identificados com potencial risco de contaminação biológica (Classe A) foram descartados erroneamente junto com resíduos comuns (Classe D). Por outro lado, mais de 19% de resíduos comuns foram encaminhados para tratamento e disposição como resíduos infectantes. Desta maneira, a segregação incorreta pode resultar em dois inconvenientes: ou contaminar uma massa de resíduos que estaria isenta de contaminação ou gerar gastos desnecessários com o tratamento de uma massa não contaminada de resíduos.

Um dos fatores que contribui para segregação deficiente é o fato das áreas estarem desprovidas de recipientes adequados em tamanho, tipo e identificação para a correta separação. Ainda, o treinamento adequado dos funcionários responsáveis pela coleta dos resíduos e programas de conscientização implantados pelos estabelecimentos de saúde poderia diminuir a probabilidade de mistura nas operações de manejo intra-hospitalar. A contaminação dos resíduos comuns, através da mistura destes com os contaminados, também pode ser resultado da falta de atenção, ou mesmo de preocupação, no momento da segregação dos resíduos. Devemos ressaltar, desta forma, a importância da conscientização e o treinamento dos colaboradores responsáveis pela coleta interna dos resíduos, já previstos no Programa de Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. A redução na geração dos resíduos e a correta segregação segundo as classes correspondentes são ações benéficas tanto para o meio ambiente, já que haveria redução na potencial incidência de contaminação, quanto para a unidade hospitalar, que reduziria os gastos com estes resíduos e os riscos de contaminação nas dependências do hospital.

Outro ponto a ressaltar, refere-se ao parâmetro de quantificação dos resíduos de serviço de saúde – a taxa média de geração – frequentemente expressa em kg de resíduo/leito.dia. No entanto, tal parâmetro deve ser usado com bastante cautela, pois, alguns parâmetros, como o tipo do hospital - público, privado ou filantrópico, ter ou não centro cirúrgico, ter clínicas diversas - e outras variações interferem na quantidade

estimada, bem como na qualidade dos resíduos sólidos gerados. Salienta-se também que, o levantamento do quantitativo efetivo gerado pelos estabelecimentos de saúde reveste-se de grande complexidade, pois as estatísticas disponíveis reportam, via de regra, a geração e destinação de apenas uma parcela de instituições de saúde, sendo de difícil aferição a parcela advinda das unidades privadas e de outros geradores como ambulatórios, laboratórios, clínicas, farmácias, necrotérios, serviço de medicina legal, estabelecimentos de ensino e pesquisa em saúde, etc.

Verifica-se também através desta pesquisa que, embora alguns esforços tenham sido feitos por uma parcela dos estabelecimentos de saúde para a implantação do Programa de Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (PRGSS) quanto à segregação e acondicionamento, especificamente de resíduos da classe A (resíduos com potencial risco de contaminação biológica) e classe E (resíduos perfurocortantes), pouca atenção é dada aos demais tipos de resíduos, inclusive aqueles considerados como resíduos comuns (Classe D), muitas vezes recolhidos e destinados sem perspectiva de reciclagem.

O envolvimento da sociedade na discussão dos aspectos relativos aos resíduos de serviço de saúde vem possibilitando o estabelecimento de diretrizes na solução da problemática apresentada, em especial para as etapas finais de fluxo dos resíduos. A realidade regional apresenta situação e condições favoráveis quanto ao tratamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde, entretanto, distante de uma situação ideal.

Conforme apresentado no presente trabalho, na região Metropolitana do Rio de Janeiro, existem instalações licenciadas para o tratamento de resíduos de serviço de saúde que utilizam diferentes tecnologias, como: incineradores de pequeno porte, forno de microondas, esterilização em autoclaves, pertencentes à iniciativa privada ou à municipalidade. Em geral essas firmas destinam-se apenas ao tratamento dos resíduos de serviço de saúde, tendo sido formado em paralelo um mercado de firmas especializadas em seu transporte. Observa-se também que, atualmente, apesar do mercado oferecer como serviço uma gama de tecnologias, um grande número de estabelecimentos de saúde realiza seu tratamento *in loco*, usando autoclaves, uma alternativa muitas vezes viável, capaz de reduzir ou eliminar o potencial patogênico dos resíduos biológicos, permitindo classificá-los e destiná-los posteriormente como resíduos comuns.

No entanto, mesmo que estudos comprovem que não há necessidade de tratamento para eliminar o potencial patogênico e de contaminação dos resíduos – tanto os de serviço de saúde quanto os domiciliares – que forem destinados em aterros sanitários licenciados ambientalmente, é indiscutível o potencial poluidor desses resíduos se destinados de maneira irregular. Além disso, vale salientar que, a instalação de uma central de tratamento de resíduos e uma unidade de aterro sanitário na região, favorecendo o fluxo contínuo e crescente de caminhões transportando resíduos para a área de estudo, pode inclusive induzir a formação de aterros clandestinos ou o lançamento irregular destes em cursos d'água.

Apesar de não ser o principal objetivo deste estudo, uma importante recomendação para pesquisas futuras, envolve analisar alternativas de tratamento que sejam técnica e economicamente viáveis tanto para resíduos de serviço de saúde quanto para os resíduos domiciliares, uma vez que os mesmos apresentam características semelhantes. O aterro sanitário, apesar de ser um projeto de engenharia, operando em condições de reduzir os impactos ambientais quanto à disposição final de resíduos, não pode ser considerado uma opção de tratamento de resíduos, e esse armazenamento em massa de resíduos pode se tornar um problema no futuro. Assim, mesmo tendo encerrado suas atividades, um aterro sanitário precisa ser monitorado por aproximadamente quinze anos para coleta e tratamento do chorume e do biogás gerado. Estudos relacionados deveriam contemplar não apenas tratamentos capazes de reduzir o potencial infectante dos resíduos gerados, mas como possibilitar sua eliminação de forma segura. Uma alternativa seria a utilização de incineradores ambientalmente licenciados, economicamente viáveis, capazes de reduzir o volume final dos resíduos gerados, visando reaproveitamento energético e com eficiente tratamento dos gases, substituindo os aterros sanitários atualmente instalados.

Dessa maneira, acredita-se que para os estabelecimentos de saúde inseridos na Região Hidrográfica do Guandu (RH II), as alternativas de tecnologia de tratamento dos resíduos de serviço de saúde não apresentam déficit na capacidade ofertada. A capacidade atualmente instalada de tratamento é, teoricamente, capaz de satisfazer o quantitativo estimado de resíduos gerados por tais estabelecimentos.

Acrescido a isso, a implantação da CTR Santa Rosa tem como objetivo atender a crescente necessidade por áreas destinadas à disposição adequada de resíduos sólidos urbanos e industriais de Classe I e II, conforme classificação definida pela ABNT - Norma Técnica nº 10.004. Segundo estimativas deste trabalho, o Estado do Rio de

Janeiro gera cerca de 140 ton/dia de resíduos de serviço de saúde e 21,0 ton/dia de resíduos potencialmente infectantes. Considerando que os resíduos de serviço de saúde representam cerca de 1% da composição dos resíduos sólidos urbanos, estima-se a geração de 14.000 ton/dia de resíduos domésticos e comerciais. Comparando esses dados com a capacidade de operação e disposição final de resíduos (tratamento de 50 ton/dia de resíduos potencialmente infectantes, e previsão de disposição ao solo de 8.000 ton/dia de resíduos Classe II - domiciliares e a Classe D dos resíduos de serviço de saúde), o projeto de implantação da CTR Santa Rosa é de extrema importância para a preservação do ambiente, uma vez que reduz significativamente a contaminação da água, do ar e do solo. A implantação do aterro também reduz o índice de vetores de transmissão (ratos, baratas, mosquitos etc.) de doenças para a população já que a proposta é o tratamento e a correta disposição dos resíduos, evitando-se, assim, áreas como lixões, propícias à proliferação de vetores. Além disso, está prevista no empreendimento a geração de energia limpa a partir do gás natural produto da decomposição dos resíduos, bem como o direcionamento desse gás para o uso, reduzindo assim o nível de emissão de gases poluentes para a atmosfera. Tal procedimento atende as recomendações definidas pelo Protocolo de Quioto no que diz respeito à meta de redução do efeito estufa.

Entretanto, um fator preocupante e que deve receber a devida consideração, refere-se à localização do aterro sanitário muito próximo à principal fonte de captação de água para consumo humano e abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Mesmo que a Região Hidrográfica do Guandu (RH II) não apresente um quantitativo elevado de geração de resíduos de serviço de saúde, vale ressaltar que a destinação de todos esses resíduos – de serviço de saúde assim como o doméstico – para a área do presente estudo pode resultar em graves impactos ambientais. No Brasil, onde há uma grande extensão territorial, aterros sanitários ainda são considerados opções viáveis para lançamento de resíduos. Todavia, devem-se estudar alternativas capazes de eliminar, de modo seguro e ambientalmente correto, o quantitativo de resíduo gerado, sem esquecer, no entanto, de sensibilizar, cada vez mais, a população da mudança urgente e importante quanto aos padrões de consumo e descarte de resíduos, reforçando atitudes ambientais como consumo consciente e coleta seletiva.

Numa escala maior, observa-se também que, no Estado do Rio de Janeiro, apesar de possuir capacidade instalada de tratamento dos resíduos potencialmente infectantes e locais licenciados ambientalmente adequados para a destinação de resíduos de serviço

de saúde, devem-se estabelecer diretrizes para os procedimentos adequados do gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, evitando o descarte inadequado desses resíduos em lixões e corpos hídricos, e possibilitar a elaboração de bancos de dados oficiais, quantificando a real geração e destinação destes resíduos.

Tendo sido sancionada, a Política Nacional de resíduos Sólidos tem como um de seus objetivos o fechamento gradual de aterros controlados, e visa impedir o surgimento de novos lixões, atribuindo a cada município a responsabilidade de fiscalizar quanto a isso. Desta forma, propostas para estudos futuros envolveriam a elaboração de projetos de centrais de tratamento de resíduos, ambientalmente licenciados, localizados em pontos estratégicos, não apenas para descontaminar os resíduos potencialmente infectantes, mas para eliminar do meio ambiente o potencial poluidor, apresentado tanto pelos resíduos de serviço de saúde quanto pelo expressivo quantitativo de resíduo domiciliar. Outra sugestão refere-se a estudar processos alternativos para resíduos não perigosos gerados pelos estabelecimentos de saúde, como a reciclagem, a compostagem e a produção de energia, visando reduzir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, por prolongar a vida útil dos mesmos, evitando o seu uso, e eliminar os aterros a céu aberto. Para tal, torna-se fundamental a realização de treinamentos à força de trabalho presente nos estabelecimentos de saúde, favorecendo uma segregação rigorosa dos resíduos não perigosos.

Por último, mas não menos importante, faz-se necessárias considerações sobre o controverso tema da ausência de risco dos resíduos potencialmente infectantes. A falta de evidência científica que comprove que os resíduos de serviço de saúde provoquem doenças não deve servir de justificativa para a negligência no gerenciamento desses resíduos. Deve-se ressaltar que a realidade e estrutura dos países estrangeiros nos quais muitos estudos foram realizados diferem, e muito, da realidade brasileira. Por isso, é necessário cautela ao tentar replicar as mesmas diretrizes em nosso país. Sendo assim, os profissionais da saúde devem primar pela segregação dos resíduos gerados visando garantir tratamento e disposição final adequados, preferencialmente utilizando alternativas ambientalmente aceitas que promovam sua eliminação. Um caminho para solucionar a questão dos resíduos de serviço de saúde é o exercício do bom senso, aliado com a educação e o treinamento dos profissionais de saúde, e o esclarecimento da população. A tomada de medidas no contexto da biossegurança, aliando economia de recursos, preservação do meio ambiente, ética e responsabilidade, poderá garantir mais qualidade de vida no presente e um futuro mais saudável para as próximas gerações.

CAPÍTULO VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil. 2009.** São Paulo: ABRELPE, 2009.
- AMORIN, V.P. **resíduos sólidos urbanos: o problema e a solução.** Brasília, DF: Roteiro Editorial Ltda., 1996.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim (PERH Guandu).** Rio de Janeiro, 2006
- ANDRADE, J.B.L. **Alternativas para o gerenciamento de Lixo Hospitalar. Apresentado no Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental;** 1996 Nov 2 -7; México DF; 1996
- ANDRADE, J.B.L. **Análise de Fluxo e das Características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos de serviço de saúde: proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares** [Tese de Doutorado]. São Carlos: Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo; 1997
- APCIH - Associação Paulista de Controle de Infecção Hospitalar. **Limpeza, desinfecção de artigos e áreas hospitalares e anti-sepsia.** São Paulo. 1999.
- BERTUSSI FILHO, L.A.; **Curso de resíduos de serviço de saúde: Gerenciamento, Tratamento e Destinação Final** – ABES, Curitiba. 1994.
- BIDONE, F.R.A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.
- BORJA, L.C.A. **Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: Estudo de Caso da Implantação do PGRSS do Hospital EMEC, Feira de Santana – BA.** [Dissertação de Mestrado] Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia. 2008
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10004 - resíduos Sólidos – Classificação.** São Paulo (SP), 2004.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10007 - Amostragem de resíduos Sólidos.** São Paulo (SP), 2004.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 12807 - resíduos de serviço de saúde – Terminologia.** São Paulo (SP), 1993.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12808 - resíduos de serviço de saúde – Classificação. São Paulo (SP), 1993.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12810 - Coleta de resíduos de serviço de saúde - Procedimento. Rio de Janeiro (RJ), 1993.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 14652 - Coletor-transportador rodoviário de resíduos de serviço de saúde – Requisitos de construção e inspeção – resíduos do grupo A. São Paulo (SP), 2002.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. 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/condicao>>. Acessado em 05/Jan/2011

BRASIL. Portaria nº 400 de 6 de dezembro de 1977. Presidência da República. Ministério da Saúde. 1977

BRASIL. Portaria nº 53 de 01 de março de 1979. Estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, (DF), Ministério do Interior. 1979

BRASIL. Resolução ANVISA RDC Nº 33/2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2003.

BRASIL. Resolução ANVISA RDC Nº 306/2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 10 dez., Seção 1. Brasília, 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA 001/1991. Dispõe sobre a criação de câmara técnica especial para analisar, emitir parecer e encaminhar ao Plenário do CONAMA proposta de alteração da Portaria MINTAR nº 53/79, no que se refere à natureza dos resíduos gerados no país. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 03 março, 1991.

BRASIL. Resolução CONAMA 005/1993. Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos e terminais

rodoviários e ferroviários. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 31 ago., Seção 1. Brasília, 1993.

BRASIL. Resolução CONAMA 006/1991. Estabelece critérios para a desobrigação de incineração ou qualquer outro tratamento de queima de resíduos sólidos, provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 30 outubro. 1991.

BRASIL. Resolução CONAMA 283/2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 01 out., Seção 1. Brasília, 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA 358/2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 29 abril. 2005.

BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. A. Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999. 155p.

BURKE, E.L.A. Survey of recent literature on medical waste. Journal of Environmental Health, 59 (9): 11-14. 1994.

CANDEIAS, A. H. Avaliação do transporte, tratamento e destino final dos resíduos biológicos gerados por unidades de serviços de saúde do município do Rio de Janeiro. Monografia (Especialização) - Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

CIMINO, J.A.; MAMTANI, R. Occupational Hazards for New York City Sanitation Workers. Journal of Environmental Health, 50, 1:8-12,1987.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE - CNESNet. Secretaria de Atenção à Saúde. Indicadores do Número de Estabelecimentos e Leitos. Disponível em: <<http://www.cnes.datasus.gov.br>>. Acessado em 13/janeiro/2011

COLLINS, C.H., KENEDY, D.A. The Microbiological Hazards of Municipal and Clinical Waste. Journal of Applied Bacteriology, 1,73:1-7, 1992.

COMITÊ GUANDU. Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim. Disponível em <<http://www.comiteguandu.org.br>>. Acessado em 13/mar/2011

CUSSIOL, N.A.M, ROCHA, G.H.T; LANGE L.C. Quantificação dos resíduos potencialmente infectantes presentes nos resíduos sólidos urbanos da regional sul de Belo Horizonte. Minas Gerais, Brasil.2006.

- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS. **Indicadores de Saúde.** Disponível em <<http://www.datasus.gov.br>>. Acessado em 13/fev/2011
- DYSON, B.; CHANG, N.B. **Forecasting municipal solid waste generation in a fast growing region with system dynamics modeling.** Waste Management, v. 25, n. 7, p. 669-679, 2005.
- ENGENHEER, E. M. **Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária?** Rio de Janeiro: SEMADS / Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2002.
- FARIAS, L.M.M. **Impasses e Possibilidades do Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde no Brasil: Um Estudo de Caso no Centro de Saúde Escola Germano Sinval Faria.** [Dissertação de Mestrado] ENSP/Fiocruz. 2005
- FERREIRA, J.A. **Lixo Hospitalar e Domiciliar: Semelhanças e Diferenças. Estudo de caso no município do Rio de Janeiro.** [Tese de Doutorado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 1997. 184p.
- FERREIRA, J.A. **resíduos sólidos: perspectivas atuais.** In Sisinno C.L.S, Oliveira; R.M. **resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar.** Rio de Janeiro. 2000
- FERREIRA, J.A.; ANJOS L.A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais.** Cad Saúde Pública 2001; 17: 689-96.
- FUNDAÇÃO CIDE, **Anuário Estatístico.** Rio de Janeiro: 2004.
- GARCIA, L.P.; ZANETTI-RAMOS, B.G. **Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde: uma questão de biossegurança.** Cad. Saúde Pública. 2004, vol. 20, no. 3, p. 19 – 40. Fiocruz; 2000
- GUIA DE CAPACITACION: Gestión y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios.** Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalários América Central. Union Europea - PRDSH. San José, 1998
- HADDAD, C. M. C. **resíduos de serviços de saúde de um hospital de médio porte do município de Araraquara: subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento.** [Dissertação de Mestrado]. UNIARA, Araraquara, 2006.
- Her Majesty's Stationery Office – Departament of the Environment Clinical Waste.** London, 1983.(Waste Management Paper nº 25) apud Schneider, V. ; Rego, R.C.E; Caldart, V.; Orlandin, S.M. **Manual de Gerenciamento de resíduos Sólidos de Serviços de Saúde.** São Paulo. Ed. CLR Balieiro, 2001,175p.

HOPPE, A.E.; SILVA, C.E. **Diagnóstico dos resíduos de serviço de saúde no interior do Rio Grande do Sul.** Eng. Sanit. Ambient. v.10 n.2 Rio de Janeiro abr./jun. 2005

I Encontro Técnico sobre resíduos de saúde da região metropolitana de Campinas, 2007 apud Ribeiro, C.S. **Análise das Tecnologias de Tratamento de resíduos Biológicos de Serviço de Saúde em Hospitais Públicos no Município do Rio de Janeiro, 2008**

INEA. **Instituto Estadual do Ambiente.** Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br>>. Acessado em 08/Nov/2010

JOFFRE, A.F. ; DIE, I. M. ; MARUET, J. U. **Gestion avanzada de residuos biosanitarios.** Revista todo Hospital. v.6, n. 97, p.13-18. 1993.

KATO, K; QUINTELA, S. **Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA): Impactos e irregularidades na Zona Oeste do Estado do Rio de Janeiro.** PACS - Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul. 2ª Edição. Rio de Janeiro. 2009

LEITE, F.S.S; ROCHA, L.L.; VENÂNCIO, A.M.; Ptak M.; CARDOSO, M.A.C. **Impacto na saúde dos catadores do lixão da terra dura e estudo gravimétrico.** Bio, 2(3): 48-51, 1990.

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.

MAGRINI, A; VEIGA, L.B.E; MORAES, V.R. **Estudo de Sinergias de resíduos da CTR ESSENCIS de Paracambi/RJ.** PPE/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009

MANDELLI, S.H.D.C. **Variáveis que interferem no comportamento da população urbana no Manejo de resíduos Sólidos Domésticos no âmbito das residências** [Tese de Doutorado]. Apresentada ao Programa de pós graduação em educação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, 1997.

MARTINS, F.L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: Análise Comparativa das Legislações Federais.** [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal Fluminense. Niterói. Rio de Janeiro. 2004

- MARTINS, M. A. **Manual de Infecção Hospitalar –Epidemiologia, Prevenção e Controle.** 2a Ed, Medis Editora Médica e Científica Ltda, Rio de Janeiro, C, p.734, 2001.
- MARTINS, P. E. S; NETO, J. G. C. **Gestão de resíduos de Saúde nos ateliês de tatuagem em Aracaju.** In: VII Semana de Meio Ambiente. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. 2010
- MATTIOLI, C. E. ; SILVA, C. L. **Avaliação de Parâmetros na Implantação de Processos para Tratamento de resíduos Sólidos de Serviços de Saúde.** In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória - ES. VI SIBESA, 2002.
- MATTOS, E.D; SILVA, S.A.; CARRILHO, C.M.D.M. **Lixo reciclável: uma experiência aplicada no ambiente hospitalar.** In: **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO E EPIDEMIOLOGIA HOSPITALAR**, Campos do Jordão. Resumos. São Paulo: ABIH, p. 19-20. 1998.
- MELO, L.A; SAUTTER, K.D.; JANISSEK, P.R, **Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba.** Engenharia Sanitária Ambiental, Vol.14 n°4, Rio de Janeiro. 2009
- MEYER, M. F. **A situação dos resíduos sólidos de saúde – RSS em Natal e suas consequências nos aspectos de meio ambiente e segurança do trabalho.** Natal, 2006
- MONREAL, J. **Consideraciones sobre el Manejo de resíduos de Hospitales en America Latina.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE resíduos SÓLIDOS HOSPITALARES. Anais. Cascavel, PR: p. 2-24, 1993.
- NAIME, R. ; SARTOR, I. ; GARCIA, A. C.; **Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviço de saúde.** Departamento de Engenharia Civil/PUCRS. Rio Grande do Sul. 2004
- NAVÉGADOR MT - Mato Grosso em Primeiro Lugar. **Fotos de disposição inadequada de resíduos de serviço de saúde.** Disponível em: <<http://www.navegadormt.com>>. Acessado em: 18/fev/2011
- NETO, J. D.; FARIA, M. S. S.; DANTAS, T. B., **Diagnóstico e análise do gerenciamento dos resíduos hospitalares da cidade de Campina Grande - Paraíba.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v.3, n.5, p.21-31, 2007.

PATO, P. S. ; MARQUES, D. C. A.; FREIRE, D. G. **Avaliação do Impacto da Instalação da Companhia Siderúrgica do Atlântico na Baía de Sepetiba - RJ.**

Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. 2010

PILGER, R.R., SCHENATO, F. **Classificação dos resíduos de serviço de saúde de um hospital veterinário.** Engenharia Sanitaria e Ambiental v.13 n.1 Rio de Janeiro jan./mar. 2008

Revista do Farmacêutico (CRF-SP) Descarte de resíduos: um problema mundial.

Disponível em: <http://www.crfsp.org.br/cf/revista/revista_82.pdf>. Acessado em 05/jan/2011

RIBEIRO, C.S. **Análise das tecnologias de tratamento de resíduos biológicos de serviço de saúde em hospitais públicos no Município do Rio de Janeiro.** [Dissertação de Mestrado] Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Fiocruz. 2008.

RIBEIRO FILHO, V.O. **Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde – Tratamento e disposição final.** In: **Curso de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.** Curitiba: ABLP, 2000, p.48-90.

RIBEIRO FILHO, V.O. **Vigilância Sanitária, Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo.** In: II Fórum Nacional de resíduos , Seminário Praticas Ambientais de Gestão Integrada e Destinação de RSS - São Paulo, 29 e 30 e julho de 2008

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA. Central de Tratamento e Disposição Final de resíduos Santa Rosa (CTR Santa Rosa). Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda, 2007

RISSO, W. M. **Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

RISSO, W.M. **Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: A Caracterização como Instrumento Básico para Abordagem do Problema** [Tese de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, Universidade de São Paulo : 1993.

SALOMÃO, I.S., TREVIZAN, S.D.P., GUNTHER, W.M.R. **Segregação de resíduos de serviço de saúde em Centros Cirúrgicos.** Engenharia Sanitária e Ambiental 111, v. 9, n. 2, p. 108-111, abr/jun 2004.

- SANTOS, J.B.F. **As condições de trabalho e as repercussões na vida e na saúde dos catadores de lixo do aterro sanitário de Jangurussu.** Fortaleza: Sine, 1991.
- SCARINO, P.V., DONNELLY, J.A.; BRUNNER, D. **Pathogen Content of Landfill Leachate.** Ohio: EPA. p.138-67. 1979
- SCHNEIDER, V. E.; REGO, R.C.E.; CALDART, V.; ORLANDIM, S.M. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviço de saúde.** São Paulo: Balieiro, 2001. 319p.
- SILVA, A.C.N. **Indicadores de Contaminação Ambiental e Diretrizes Técnicas para Disposição Final de resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: uma abordagem multidisciplinar** [Dissertação de Mestrado]. Brasília. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília , 2001.
- SISINNO, C.L.S.; MOREIRA, J.C. **Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde.** Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil. 2005
- SISINNO, C.L.S.; OLIVEIRA, R. M. **resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: Uma Visão Multidisciplinar.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2000.
- 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.
- TOMAZINI, F. M.; BOULOS, M.; PASQUALUCCI, C.A.G. **Cartilha de Orientação de Descarte de Resíduo no Sistema FMUSP – HC.** Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo. 2009
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). **Standards for the tracking and management of medical Waste; interim final rule and request for comments.** Federal Register, 54 (56):12326 – 12393, 1989.
- Who – World Health Organization. **Management Waste from Hospital, Bergin.** 1983. Report Bergin, 28 jun., jul., 1983
- ZANON, U. “**Infecções Hospitalares: mitos e fatos**”. Jornal Brasileiro de Medicina, 1990; 57 (2), 66-82.
- ZANON, U. **Etiopatogênica das infecções hospitalares.** Arquivos Brasileiros de Medicina, 1991, 65 (5 a), 16S – 20S.

ZANON, U. **Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar. Realidade Epidemiológica ou ficção sanitária?** Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 1990, 23(3):163-170

ZANON, U; Neves, J. **Infecções Hospitalares, Prevenção, Diagnóstico e Tratamento.** E. Medsi, Rio de Janeiro, 1987.