



**Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
Programa de Pós Graduação em Saúde Pública**



**Dissertação de Mestrado em Saúde Pública na Sub-Área de concentração em
Saneamento Ambiental/2008**

**TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS
QUIMIOTERÁPICOS E DE REJEITOS RADIOTERÁPICOS: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE A LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL E A
BRASILEIRA**

Sandra Helena Menezes da Costa

Orientadora: Profª Drª Débora Cynamon Kligerman

Rio de Janeiro, RJ –Brasil

Junho de 2010

**Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
Programa de Pós Graduação em Saúde Pública**

**TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS
QUIMIOTERÁPICOS E DE REJEITOS RADIOTERÁPICOS: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE A LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL E A
BRASILEIRA**

Sandra Helena Menezes da Costa

**Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós –Graduação do
Departamento de Saneamento e Engenharia Ambiental da Escola Nacional de
Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz do Ministério da Saúde
como requisito final para a obtenção do Diploma de Mestrado em Saúde Pública.**

BANCA EXAMINADORA

**Prof.^a Dr.^a Ana Cecília Pedrosa de Azevedo (Superintendência de Vigilância
Sanitária – 1^a Examinadora)**

Prof. Dr. Marcelo Mota Veiga (ENSP/FIOCRUZ – 2º Examinador)

**Débora Cynamon Kligerman (ENSP/FIOCRUZ – Presidente da Comissão
Examinadora)**

Andrea Gomes de Oliveira Aguiar (ENSP/FIOCRUZ)

Dr^a Elida Séguin (Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos)

Rio de Janeiro, RJ –Brasil

Junho de 2010

CATALOGO NA FONTE

MS/Fiocruz/ENSP/DSSA



DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Manoel e Ignez, que sempre
incentivaram e estimularam minha busca pelo saber*

AGRADECIMENTOS

À Deus que me criou.

À minha orientadora pelas suas sugestões, sempre tão pertinentes.

Aos membros de minha Banca de Qualificação e de Defesa pelas sugestões que em muito contribuíram para o produto final dessa Dissertação.

Aos professores do programa de Pós-Graduação, com os quais tive contato, que me motivaram com suas sugestões e críticas ao trabalho.

Aos colegas de turma do curso de Pós-Graduação

Aos colegas da Superintendência da Vigilância Sanitária da Secretaria de estado de Saúde e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro

Aos colegas de trabalho do Colégio Manoel Bandeira

EPÍGRAFE

*“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e,
ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”*

Marie Curie

“Se tu choras por ter perdido o sol, as lágrimas te impedirão de ver as estrelas.”

Saint-Exupéry

RESUMO

O número de casos de câncer tem aumentado de maneira considerável em todo o mundo, tornando-se um problema de saúde pública mundial. Entre as modalidades terapêuticas para o tratamento câncer estão a quimioterapia e a radioterapia. A quimioterapia é um método que utiliza compostos químicos, chamados quimioterápicos, e a radioterapia é o uso médico de radiação ionizante como parte do tratamento do câncer. Resíduos de quimioterápicos e radioterápicos são considerados perigosos, devido a suas características tóxicas, podendo acarretar riscos ao trabalhador, ao ambiente hospitalar e ao meio ambiente. Mas como é o gerenciamento desses resíduos? Esta dissertação tem como objeto a legislação internacional e nacional vigente, nas áreas de Saúde e Meio Ambiente, visando à luz destas, analisar as diretrizes para o gerenciamento de resíduos de quimioterápicos e radioterápicos, frente aos demais resíduos de serviços de saúde, considerando os riscos intrínsecos destes, no intuito de proteger e preservar a saúde humana e o meio ambiente. Buscou-se discutir se os procedimentos recomendados na literatura científica, para a degradação/inativação, e destinação final destes resíduos estão sendo adotados no Brasil. Como síntese deste trabalho pretende-se contribuir, sugerindo, possíveis alterações na legislação brasileira vigente, das áreas de Saúde e Meio Ambiente, objetivando melhorias na operacionalização e no controle da geração, tratamento e destinação final destes resíduos, através de mecanismos de monitoramento.

PALAVRAS CHAVES

Resíduos de Serviços de Saúde, Medicamentos Antineoplásicos, Rejeitos Radioativos
Tratamento de Resíduos, Saúde Pública, Meio Ambiente e Legislação.

ABSTRACT

The number of cancer cases has increased drastically in the world, becoming a worldwide public health problem. Among the therapeutic modalities for cancer treatment are chemotherapy and radiotherapy. Chemotherapy is a method that uses chemicals, called chemotherapy, and radiotherapy is the medical use of ionizing radiation as part of cancer treatment. Chemotherapy and radiotherapy are considered hazardous due to their toxic characteristics and may result in risks to the worker, the hospital environment and the environment. But how is the management of such wastes? This work studies the international and national laws in force, in the areas of Health and Environment, in order to analyze the guidelines for management of chemotherapy and radiotherapy, compared to other wastes of health services, considering the inherent risks, in order to protect and preserve human health and the environment. We tried to discuss if the procedures recommended in the scientific literature for the degradation/inactivation, and disposal of these wastes are being adopted in Brazil. As a summary of this work we intend to contribute, suggesting possible changes in Brazilian legislation, in the areas of Health and Environment, aiming at improvements in operations and in the generation, treatment and disposal of these wastes through tracking mechanisms.

KEYWORDS:

Waste of Health Services, Drugs, Antineoplastic, Radioactive Waste Waste Management, Public Health and Environmental Legislation.

SUMÁRIO

Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Epígrafe	vi
Resumo/Palavras Chaves	vii
Abstract/Keys Words	viii
Sumário	ix
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
Introdução	1
I.1.Objetivos	6
I.1.1.Geral	6
I.1.2.Específicos	6
I.2.Metodologia	7
Capítulo 1- Resíduos, Meio Ambiente e suas Interrelações com a Saúde Pública	10
1.1.Panorama Mundial e Brasileiro da Geração de Resíduos Urbanos e de Resíduos Serviços de Saúde	10
1.2.Resíduos Urbanos e Resíduos de Serviços de Saúde: suas implicações para o Meio Ambiente e a Saúde Pública	19
1.3. Fatores de Riscos Ocupacionais Associados aos Resíduos de Serviços de Saúde	26
Capítulo 2 – Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos e Radiofármacos	30
2.1. Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos	31
2.2.Radiofármacos	35
2.3. Classificação dos Resíduos e dos Rejeitos Frente aos Demais Resíduos de Serviços de Saúde	36
2.4. Análise Comparativa das Definições e Classificações Adotadas para os Resíduos e para os Rejeitos	42

2.5. Práticas de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos no Mundo e no Brasil	43
2.5.1. Tecnologias Existentes para Tratamento dos Resíduos Perigosos e dos Rejeitos	44
2.5.1.1. Incineração	44
2.5.1.2. Pirólise por Plasma	46
2.5.1.3 Microondas	47
2.5.1.4 Radiação Ionizante	47
2.5.1.5 Desativação Eletrotérmica	48
2.5.1.6 Autoclavagem	48
2.5.1.7. Desinfecção química	49
2.6. Tecnologias Recomendadas/Adotas para Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos.	53
2.7 Análise das Viabilidades Técnica, Econômica, Sanitária e Social Nacionais para os Processos de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos.	61
Capitulo 3-Aspectos Legais e Normativos	68
3.1. <i>World Health Organization</i>	68
3.2. União Europeia	70
3.3 Estados Unidos da América	78
3.4. Brasil	85
3.5. Análise Comparativa entre o Disposto nos Aspectos Legais e Normativos	103
Capitulo 4 - Resultados e Discussão	106
4.1. <i>World Health Organization</i>	109
4.2. União Europeia	110
4.3 Estados Unidos da América	112
4.4. Brasil	113
Capitulo 5- Conclusões e Recomendações	117
Referências	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de RSS Coletados no Ano de 2004 em Regiões do Mundo	11
Figura 2 – Estimativas da População do Brasil, em 2007, por região	14
Figura 3 – Distribuição por Região do Brasil em Percentual de RSU Coletados	14
Figura 4 – Distribuição de RSS Gerados no Brasil por Região	16
Figura 5 - Tempo de Permanência de Microorganismos em número de Dias no Meio Ambiente	20
Figura 6 – Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos	33
Figura 7 – Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos e Suas Aplicações	34
Figura 8 – Valores de Meia-Vida dos Radioisótopos	36
Figura 9 – Classificação dos Resíduos de Serviço de Saúde segundo a WHO	37
Figura 10 – Categorias de Classificação dos Resíduos	39
Figura 11 – Características Atribuíveis aos Resíduos para Serem Classificados como Perigosos	40
Figura 12- Princípios Ativos de Quimioterápicos Antineoplásicos e Métodos Químicos para Degradação e Inativação dos seus Resíduos	51
Figura 13- Classe Terapêutica de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e Métodos Químicos para Degradação e Inativação dos Seus Resíduos	51
Figura 14- Tecnologias Existentes para o Tratamento de Resíduos de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e de Rejeitos Radioativos.	52
Figura 15– Normas da ABNT relacionadas à Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde no Brasil	98
Figura 16 – Comparação entre a classificação, tratamento e destinação final adotada pela OMS, UE, EUA e Brasil para os resíduos de medicamentos antineoplásicos e os rejeitos radioativos.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação pelo PIB da taxa de coleta, tipo de regulação e tratamentos dos RSU no Mundo.	12
Tabela 2- Distribuição por região do Brasil por Tipo de Distribuição Final dos RSU Adotados	15
Tabela 3 – Distribuição por Região do Brasil da Capacidade Instalada por Tipo de Tratamento de RSU	16
Tabela 4 – Tipos de Tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde Adotados no Brasil	59
Tabela 5- Tipos de Disposição Final de Resíduos de Serviço de Saúde Adotados no Brasil	59
Tabela 6 – Taxa de Unidades de Incineradores em Países com Maior PIB	62

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
°C	Grau Celsius
CE	Comunidade Europeia
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CER	Catálogo Europeu de Resíduos
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CFR	Code of Federal Regulations
DOT	Department of Transportation
EEA	European Environment Agency
EPA	Environment Protection Agency
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETD	Desativação Eletro-térmica
EUA	Estados Unidos da América
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IARC	International Agency for Research on Cancer
INCA	Instituto Nacional do Câncer
IEN	Instituto de Energia Nuclear
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LER	Lista Europeia de Resíduos
MINTER	Ministério do Interior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MWTA	Medical Waste Tracking Act
NBR	Norma Brasileira de Referência
NR	Norma Regulamentadora
OPAS	Organização Pan Americana de Saúde

OMS	Organização Mundial de Saúde
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RMQR	Resíduos de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e Rejeitos Radioativos
RMW	Regulated Medical Waste
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUS	Sistema Único de Saúde
SWDA	Solid Waste Disposal Act
UE	União Europeia
USNRS	United State Nuclear Regulatory Commission
WHO	World Health Organization

I. INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX, e particularmente a partir da década de 70, se intensificaram e ampliaram as ações do Estado no que concerne à conservação e preservação da natureza.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em 1972, na cidade de Estocolmo, Suécia, foi um marco que contribuiu para a mudança de paradigma existente. Este era então centrado na noção de preservação e conservação da natureza biofísica para a noção de um ambiente global, colocando o homem como parte integrante do meio ambiente¹.

Posteriormente, na década de 90, a Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável (COPASAD), realizada em Washington, Estados Unidos da América (EUA), definiu políticas e estratégias sobre saúde e ambiente, a serem adotadas pelos países que integram o continente americano².

A possibilidade de relacionar os dados ambientais e os de saúde torna-se fundamental para a compreensão das inter-relações entre os níveis de exposição aos agentes químicos, físicos ou biológicos e os efeitos indesejáveis que esses podem ter sobre saúde humana³.

Nas últimas décadas as questões relacionadas à geração de resíduos, provenientes das atividades humanas, vêm sendo muito discutidas tornado-se cada vez mais objeto de estudo por provocar contaminação da água, do solo, da atmosfera e a proliferação de vetores em razão do manejo e disposição final inadequados⁴.

No Brasil cerca de 90% dos resíduos coletados vão para os chamados lixões a céu aberto. Estima-se que 50% desses lixões estejam localizados próximos a rios, lagoas, mares e áreas de preservação ambiental⁴.

Martins⁵ pondera que o incremento de geração de resíduos, ocorrido como consequência da evolução dos meios de produção e consumo, também pode ser observados nos resíduos originados pela assistência à saúde, advindos de medicamentos que trouxeram avanços e melhorias na qualidade de vida dos seres humanos. Entretanto,

estes resíduos são considerados perigosos ou potencialmente perigosos, em virtude do grande potencial de risco de contaminação à saúde humana e ao meio ambiente que apresentam e, por isso, merecem especial atenção e controle.

Segundo a *World Health Organization* (WHO)⁶, agência especializada em saúde, cuja tradução para português corresponde à Organização Mundial de Saúde (OMS), os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), equivalem em média a 1% da geração de resíduos urbanos, dependendo da complexidade do atendimento, podendo chegar a 3%.

Para a WHO⁶ os RSS são resíduos gerados na prestação dos cuidados com a saúde. Podendo essa geração ocorrer dentro dos estabelecimentos de saúde, como por exemplo, em hospitais, clínicas, laboratórios, centros de pesquisa médica ou fora destes nos atendimentos domiciliares.

A WHO⁶ salienta que cerca de 75% a 90% dos RSS podem ser considerados similares aos resíduos urbanos. Contudo os 10% a 25% restante apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente, pela presença de organismos patogênicos, perfurocortantes, substâncias químicas, medicamentos e substâncias genotóxicas, necessitando, dessa forma, de soluções técnicas específicas.

Segundo dados da WHO⁶ os principais tipos de doenças ocupacionais a que os trabalhadores da área da saúde ou os vivem da coleta de lixo, em lixões, estão expostos, aos vírus das hepatites B (HBV) e C (HBC) e a síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV). Todas estas doenças são transmitidas por vírus que podem ser encontrados em seringas, agulhas, meios de cultura, líquidos corporais fisiológicos e patológicos com a presença de agentes patogênicos.

Apesar dos impactos da presença de resíduos de medicamentos em corpos hídricos não estarem claros para a saúde pública pode-se associar a presença desses compostos à redução da qualidade da água de abastecimento, trazendo como conseqüências problemas físicos, mentais, de desenvolvimento sexual e de resistência à antibióticos⁷.

Hirose⁸, enfatiza que é possível que os efluentes líquidos dos estabelecimentos assistenciais de saúde contenham substâncias tais como: antineoplásicos, desinfetantes e antibióticos, inclusive os classificados pelo International Agency for Research on Cancer (IARC) como possuidores de características carcinogênicas.

Complementarmente Tsakona⁹, salienta que o gerenciamento dos resíduos hospitalares é uma questão relevante para a Gestão Ambiental e para a Saúde Pública, devido a presença de resíduos com características altamente infectantes e perigosas.

O CONAMA¹⁰ define resíduos de serviços de saúde como sendo todos os tipos de resíduos resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, incluindo-se os domiciliares, que por suas características necessitam serem submetidos à processos de manejos diferenciados.

Dessa forma os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e os rejeitos de radioterápicos (RMQR) são parte integrante dos resíduos de serviços de saúde.

De um total de 5.507 municípios brasileiros, onde foram feitos levantamentos para se determinar se a coleta de resíduos de saúde é realizada, foi detectado que somente 67% destes realizam a coleta de RSS⁷.

Esse levantamento apontou que o Sudeste é a região do Brasil onde mais se realiza a coleta, cerca de 3.130 t/dia. Sendo seguido pelo Nordeste, com 461 t/dia, o Sul, com 195 t/dia, o Norte, com 145 t/dia, e por último o Centro Oeste, com 132 t/dia¹¹.

Com vistas à preservação da saúde pública, melhoria da qualidade do meio ambiente, e considerando a necessidade de se empregar medidas técnicas, administrativas e normativas a fim de prevenir acidentes e doenças ocupacionais, o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), representado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), trabalharam em conjunto na elaboração e publicação de normas que harmonizassem os procedimentos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde¹¹.

Esse fato se deve a que no ambiente hospitalar encontram-se exemplos de todos estes tipos de riscos ocupacionais para o trabalhador de saúde. Os riscos podem ser: físicos (radiação ou temperatura), ergonômicos (posturais), químicos (substâncias tóxicas), biológicos (agentes infecciosos) e psicológicos, (como o estresse). Contudo ao se adotar normas de Biossegurança os riscos no ambiente hospitalar podem ser evitados¹²

Ministério do Trabalho e Emprego, em sua Norma Regulamentadora nº6¹³ (NR-N6), define *equipamento de proteção individual* como todo dispositivo de uso individual, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador, minimização assim a exposição destes aos riscos ocupacionais.

Estudos realizados para investigar a exposição ocupacional e os riscos, em enfermeiras grávidas que manipulavam e administravam quimioterápicos antineoplásicos fazendo uso de poucos equipamentos de proteção individuais (EPI's), até o final do primeiro semestre de gravidez, apresentaram o nascimento de crianças com mal formações¹⁴.

Os quimioterápicos antineoplásicos constituem um grupo heterogêneo de substâncias químicas capazes de inibir o crescimento e/ou os processos vitais das células tumorais. Sendo agrupados nas seguintes categorias: agentes alquilantes, antimetabólitos, compostos de platina, alcalóides vegetais, antibióticos antitumorais, enzimas, hormônios e modificadores da resposta biológica. Frequentemente, dois ou mais quimioterápicos antineoplásicos são usados em combinação através de quimioterapia combinada¹⁴.

Blecha¹⁵ salienta que por vezes, o uso desses quimioterápicos antineoplásicos, é associado à aplicação de radiofármacos, e que cerca de 60% dos indivíduos com câncer, em algum momento, poderão ser submetidos ao tratamento radioterápico. Esse tratamento se dá através da chamada radioterapia, que é uma modalidade de tratamento local-regional, onde um feixe de radiação ionizante é aplicada objetivando a cura, remissão, profilaxia ou palição de pacientes com câncer.

A WHO¹⁶ alerta para o aumento do número de casos de câncer em todo mundo, tornando-se um problema de saúde pública mundial Esse aumento de número de casos

de câncer tem como consequência a demanda por mais tratamentos com uso de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e de radiação ionizante (radioterapia).

A consequência desse aumento de demanda por mais tratamentos com uso de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e de radiação ionizante é uma maior geração de resíduos/rejeitos que devem ser tratados antes da disposição final no meio ambiente em razão de serem ecotóxicos.

Para os profissionais da área da saúde e os que trabalham nos processos de tratamento e destinação final desses resíduos, o aumento da demanda por medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e por tratamentos com radiação ionizante representam uma maior possibilidade de contato com esses resíduos/rejeitos e de acidentes ocupacionais¹⁴.

Faz-se necessário então, por parte dos profissionais que manipulam e administram esses medicamentos, dos trabalhadores envolvidos nos processos de tratamento e destinação final dos resíduos/rejeitos e dos geradores desse resíduos/rejeitos, a adoção de medidas para reduzir os riscos ocupacionais do contato com esses resíduos tóxicos¹⁴.

Essas medidas vão desde a conscientização da importância do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) passando pela aplicação, nesses resíduos/rejeitos de processos de tratamentos que degradem ou inativem os princípios ativos que os tornam tóxicos ativando até a destinação final de forma adequada, levando em conta os riscos ocupacionais e ambientais¹⁴.

Por entender como relevantes esses aspectos de segurança ambiental e ocupacional, apontados acima, é que se fará o desenvolvimento nessa dissertação, de um estudo comparativo entre a legislação internacional e a brasileira para o tratamento e disposição final dos RMQR.

I.1. OBJETIVOS

I.1.1. OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo comparativo entre a legislação internacional e a brasileira, para o tratamento e disposição final dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos de radioterápicos.

I.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Apresentar um panorama mundial e brasileiro da geração de resíduos de serviços de saúde, suas implicações para o meio ambiente e a saúde humana;
- 2) Identificar os agentes quimioterápicos antineoplásicos e radiofármacos, os riscos à saúde humana associados às suas características; as classificações internacionais e nacionais adotadas para esses resíduos e as tecnologias existentes para o tratamento e disposição final;
- 3) Apresentar os aspectos legais e normativos que envolvem os mecanismos de regulação e controle para o monitoramento dos processos de tratamento e disposição final destes resíduos, tanto internacional como no Brasil;
- 4) Apresentar sugestões de mecanismos que podem ser adotados pelos órgãos reguladores das áreas de Saúde e Meio Ambiente que contribuam para a gestão dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos radioativos.

I.2. METODOLOGIA

A dissertação foi desenvolvida usando-se uma pesquisa exploratória descritiva, de base documental, envolvendo a legislação internacional e a nacional das áreas de Saúde e Meio Ambiente, e o manual *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*⁶, publicado em 1999 pela WHO⁶, com a finalidade de orientar tecnicamente e de promover uma abordagem gerencial sobre processos de gestão dos resíduos de serviços de saúde.

O foco desta pesquisa exploratória, nas legislações e no manual da WHO⁶, foram os processos de tratamento e disposição final adotados para os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e os rejeitos radioativos, os mecanismos existentes para o monitoramento para a geração e verificação do cumprimento dos dispositivos legais que determinam o tratamento e a disposição final.

Foi feita também revisão da literatura em bases de dados eletrônicas e consulta à protocolos clínicos, que estavam disponíveis na *internet*, onde se buscou levantar os tipos de agentes quimioterápicos antineoplásicos, suas aplicações, bem como os radiofármacos usados para tratamento oncológico.

O critério de escolha do país ou união governamental ou agência especializada em saúde, onde se fez o levantamento da legislação e normas, foi o de este ter relevância no contexto mundial em termos de desenvolvimento de processos tecnológicos para o tratamento e disposição final dos RMQR e o volume desse tipo de resíduo gerado.

Também foi levado em conta, na etapa de seleção do país, a disponibilidade de informações do sobre a regulamentação que envolve o esse assunto na *internet*.

Foram selecionados como países os Estados Unidos da América (EUA) e a União Europeia (UE), que é uma união supranacional, e conta até o ano de 2010, com 27 Estados Membros.

Levaram-se em conta os seguintes aspectos como os critérios de comparação:

1. A existência de uma diferenciação na definição e na classificação dos RMQR os demais resíduos de serviço de saúde;
2. A existência de legislação específica regulamentando os processos de tratamento e disposição final para RMQR, frente os demais resíduos de serviços de saúde;
3. As áreas que elaboram a regulamentação e as recomendações para o tratamento e a disposição final dos RMQR;
4. A existência de explicitação em legislação da obrigatoriedade de adoção por parte do gerador dos RMQR de processo de tratamento e disposição final específicos para esses resíduos e rejeitos;
5. A viabilidade técnica dos processos de tratamento e disposição final para RMQR. Sendo levado em conta se além do país ser detentor da tecnologia para a construção e manutenção do processo de tratamento, a existência de corpo técnico capacitado para a efetiva operação dos equipamentos necessários ao processo de tratamento dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e de rejeitos de radioterápicos;
6. A viabilidade econômica relacionada ao processo de tratamento e disposição final RMQR;
7. A viabilidade social da implementação do processo de tratamento e disposição final RMQR recomendados através das legislações e documentos técnicos;
8. A existência de mecanismos legais para monitoramento do cumprimento das legislações regulamentadoras dos processo de tratamento e disposição final a que RMQR devem ser submetidos;
9. A existência de entidade governamental com competência fiscalizadora dos geradores, para verificação do cumprimento por parte deles dos preceitos legais, e os mecanismos de punição para a não adesão à legislação vigente;

Como critério de seleção dos medicamentos quimioterápicos antineoplásicos estudados nesta dissertação foram observadas as possibilidades de uso restrito dos princípios em hospitais ou ambulatórios especializados e da prescrição destes princípios ativos para o combate à um amplo espectro de tumores, o que faria com que um maior volume destes resíduos fosse gerados.

No que tange aos radiofármacos, o critério de seleção foi determinado pelas informações disponíveis na rede mundial de computadores do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e no Instituto de Energia Nuclear (IEN), ambos órgãos subordinados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), sobre o radiofármacos de maior uso no Brasil em terapias anti-tumorais.

Cabe informar que a revisão da literatura, no que concerne tanto às legislações vigentes, que regulam e disciplinam os processos de tratamento e disposição final dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos de radioterápicos, quanto ao desenvolvimento de processos tecnológicos para o tratamento e a disposição final dos mesmos, abrangeu um período de tempo compreendido entre o final da década de 80 do século XX até março de 2010.

A formatação das Tabelas e Figuras que constam nessa dissertação seguiu a formatação e nomenclatura estabelecida pelos Cadernos de Saúde Pública.

CAPITULO 1- RESÍDUOS, MEIO AMBIENTE E SUAS INTERRELAÇÕES COM A SAÚDE PÚBLICA

Segundo dados da Agenda 21¹⁷ um número significativo de cidadãos do planeta Terra, não dispõe de sistema de coleta regular de seus resíduos. Os resíduos gerados e não coletados são geralmente depositados em terrenos baldios e córregos. Estes locais caracterizam-se como pontos de risco, levando-se em conta a proliferação de macro e micro vetores e contaminação do lençol freático.

Esse capítulo visa mostrar um quadro de realidade brasileira frente ao panorama mundial da geração de resíduos sólidos urbanos, dentre eles os resíduos de serviços de saúde.

1.1. Panorama Mundial e Brasileiro da Geração de Resíduos Urbanos e de Resíduos Serviços de Saúde.

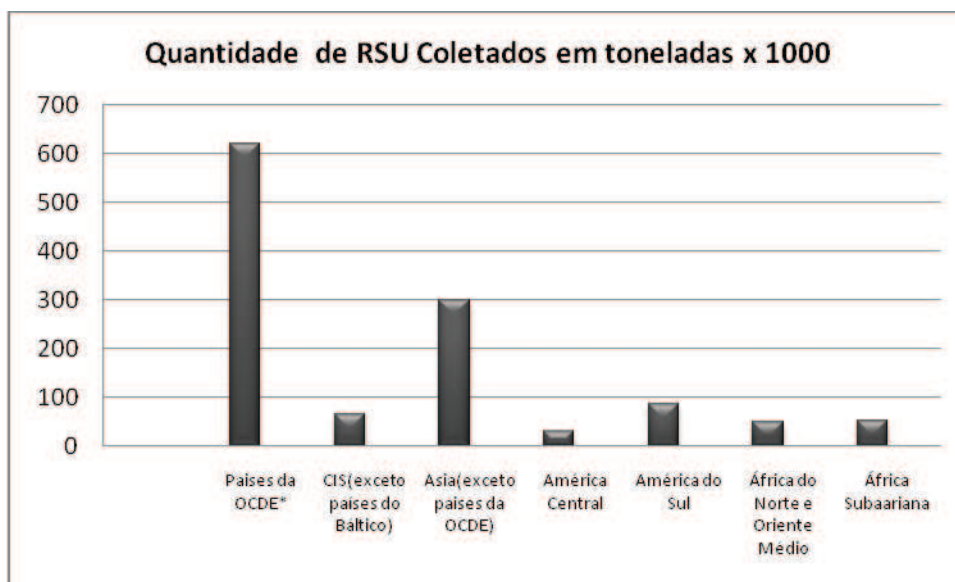
Os sinais da preocupação mundial com os problemas ligados aos resíduos sólidos urbanos (RSU) foram registrados no capítulo 21 do documento oficial produzido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), denominada Rio 92. Nas diretrizes brasileiras da Agenda 21 são mencionadas estratégias para o gerenciamento adequado dos RSU, podemos destacar entre elas¹⁷:

- minimização da produção de resíduos;
- promoção de sistemas de tratamento e disposição de resíduos compatíveis com a preservação ambiental;
- extensão da cobertura dos serviços de coleta e destino final;
- maximização das práticas de reutilização e reciclagem ambientalmente corretas.

Segundo a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS)¹⁸ no ano de 1993, nos países da América Latina e Caribe, foram gerados por dia 0,8 a 2,0 toneladas de RSS.

Em relação à América do Sul, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)¹⁹, estima que por ano são gerados 86 milhões de toneladas de resíduos urbanos. Esses dados referentes à América do Sul e algumas regiões do mundo são apresentados na Figura 1.

Figura 1- Quantidade de RSU coletados no ano de 2004 em Regiões do Mundo



Fonte: ABRELPE, 2007¹⁹

*Países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômicos (OCDE) : Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suíça, Suécia, Turquia.

Países da Commonwealth of Independent States (CIS) Armenia, Azerbaijan, Belarus, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Russia, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine, and Uzbekistan.

Apesar dos dados coletados serem de 2004, e apresentados em 2007, não foram localizados dados mais atualizados que indicassem um decréscimo ou incremento dos valores de RSU coletados em 2004.

Podemos observar, analisando os dados apresentados na Figura 1, que nos países com maior desenvolvimento econômico há também um maior volume de resíduos urbanos coletados, embora a composição destes resíduos seja diferente.

Estatísticas mostram uma relação entre o grau de desenvolvimento econômico de um país e a porcentagem de resíduos orgânicos gerado por sua população. Nos países periféricos, em geral, há um percentual maior de resíduos orgânicos do que nos países

mais desenvolvidos, onde a complexidade da composição dos resíduos se torna maior e mais prejudicial ao ambiente¹⁹.

Complementado os dados da ABRELPE¹⁹, que através dos valores informados pelos países para seu Produto Interno Bruto per capita (PIB *per capita*), pode-se correlacionar o índice de desenvolvimento das atividades econômicas e o nível de renda das populações, com a quantidade de resíduos coletados, a regulação existente na área ambiental que abrangesse os RSU, e os tipos tratamentos empregados nesses países podem ser observados no Tabela 1.

Tabela 1

Classificação pelo PIB per capita da taxa de coleta, tipo de regulação e tratamentos dos RSU no Mundo.			
	Países com Baixa Renda	Países com Média Renda	Países com Alta Renda
PIB <i>per capita</i> (US\$/percapita/ano)	< \$ 5.000	\$ 5.000 - \$ 15.000	> \$ 20.000
Taxa de Coleta	< 62%	62 – 95	> 95
Regulação	Sem estratégia nacional ambiental; Regulação praticamente inexistente; Sem estatísticas	Estratégia nacional ambiental; Agência Nacional Ambiental; Legislação Ambiental ; Poucas estatísticas	Estratégia nacional ambiental; Agência Nacional Ambiental; Regulação rigorosa e complexa; estatísticas
Tratamento de RSU	Depósitos não autorizados > 50%; Reciclagem informal: 5% a 15%	Aterros Sanitários >90%;Início de Coleta seletiva;Reciclagem organizada: 5%	Coleta seletiva; Incineração; Reciclagem >20%

Fonte: ABRELPE, 2007¹⁹

Percebe-se que com o aumento do nível de renda há também o aumento da taxa de coleta, a regulação é mais rigorosa e há banco de dados para avaliação, além de haver coleta seletiva, reduzindo o volume de resíduos encaminhados à disposição final, e devido à crise de energia estão utilizando o processo de incineração associados a termoelétricas.

Segundo o Environmental Protection Agency (EPA)²⁰, que é a agência americana de proteção ambiental, no ano de 2005, foram gerados nos EUA cerca de 39 milhões de toneladas de resíduos perigosos, neles incluídos os resíduos de serviços de saúde que apresentam como características propriedades que podem causar perigo potencial à saúde humana ou ao meio ambiente.

No ano de 2007 foram produzidos nos 27 Estados Membros da União Europeia (UE) cerca de 1,3 bilhões de toneladas resíduos urbanos. Desse total 40 milhões de toneladas são de resíduos perigosos. A maior parte desses resíduos têm como disposição final a incineração ou o depósito em aterros sanitárias (67%). Na UE o órgão que define e classifica uma substância e/ou resíduo perigoso é a European Environment Agency (EEA)²¹

O EEA²¹ classifica uma substância e/ou resíduo como perigoso quando este tem uma ou mais das seguintes propriedades: toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade. Nesta classificação estão incluídos os RSS que apresentarem as propriedades citadas.

A Norma Brasileira de Referência (NBR) número 10.004²² da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define resíduos sólidos como, *in verbis*:

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

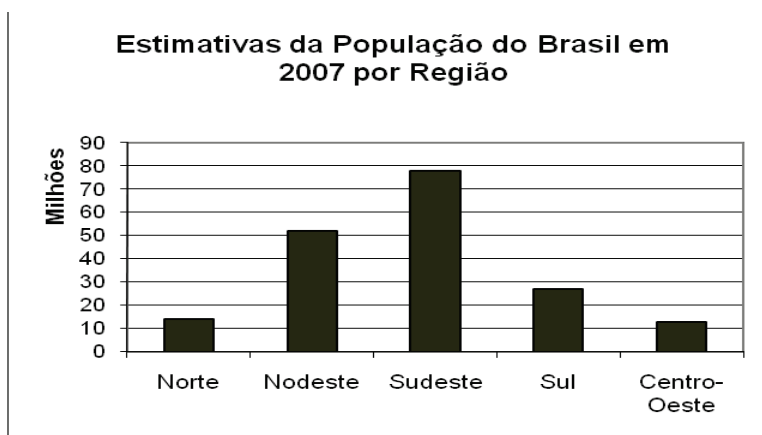
Nota-se que apesar da definição acima ser de *resíduos sólidos* também incorpora na definição os resíduos no estados semi-sólido, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível

Segundo dados da Agenda 21¹⁷, o incremento da geração dos RSU é proporcional ao crescimento populacional e ao novo estilo de vida com implicações em mudanças de padrões de consumo, nos padrões de produção e no desenvolvimento de novas tecnologias. Exigindo uma demanda maior na oferta de serviços de coleta e tratamento adequado, por parte dos serviços de limpeza pública^{15,17}.

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE²³, para o ano de 2007, baseadas nos dados coletados no último censo de 2000, o perfil de

crescimento populacional e a distribuição da população brasileira por região do país é apresentada na Figura 2.

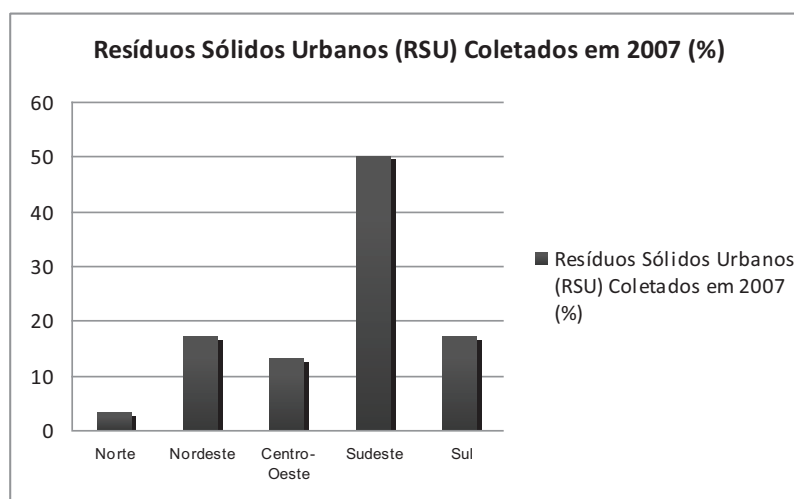
Figura 2 – Estimativas da População do Brasil em 2007 por Região



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE²³

A ABRELPE¹⁹ afirma que no ano de 2007 foram gerados no Brasil 61,5 milhões de toneladas de RSU, contudo apenas uma média nacional percentual de 16% desse volume foram coletados. Os Estados que compõem as regiões Sudeste e Nordeste foram os estados que apresentaram os maiores percentuais nacional de coleta de RSU (Figura 3).

Figura 3– Distribuição por Região do Brasil em Percentual de RSU Coletados



Fonte: ABRELPE¹⁹, 2007

Observando as Figuras 2 e 3, acima, percebemos que nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, apesar da estimativa de crescimento populacional estar apontando um acentuado crescimento populacional, pode-se supor que ainda prescindam de uma

melhor prestação de serviços de coleta de RSU, por parte do poder público para que haja uma redução das desigualdades desta prestação de serviço em relação às regiões sul e sudeste do país.

Em relação aos tipos adotados de disposição final dos RSU, por região do Brasil, encontramos a seguinte distribuição na Tabela 3:

Tabela 2:

Distribuição por Região do Brasil por Tipos de Destinação Final dos RSU Adotados			
Macro- Região	Aterro Sanitário (%)	Aterro Controlado(%)	Lixão(%)
Norte	14,8	44,6	40,6
Nordeste	25	26,8	48,2
Centro-oeste	35	35	30
Sudeste	47,3	37,8	14,9
Sul	58,1	30,2	11,7

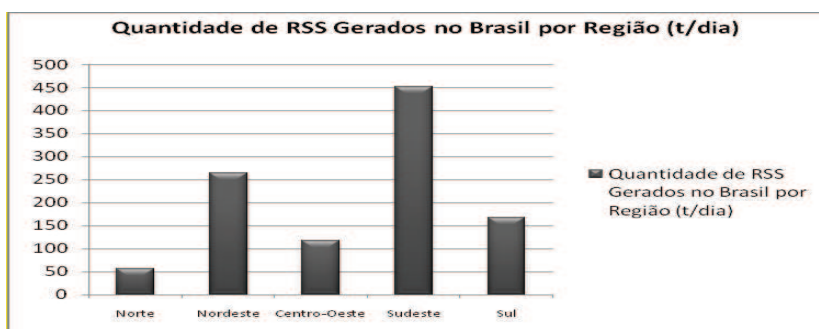
Fonte: ABRELPE, 2007¹⁹

A ABRELPE¹⁹ informa ainda que no ano de 2007, o volume de resíduos de serviços de saúde gerados foi de 1.058,90 toneladas por dia, sendo 31,8 % desses tratados. Os tipos de tratamento levados em conta pela ABRELPE foram autoclavagem, desativação eletrotérmica (ETD), incineração e microondas.

As informações contidas na Tabela 1 sugerem que as soluções de disposição final de RSU que exigem um maior investimento relacionados à construção, como por exemplo os aterros sanitários, estão localizadas em sua grande maioria nas regiões de maior desenvolvimento econômico. Ao passo que a disposição final dos RSU em lixões, por não exigirem investimentos para a construção, ainda representam uma opção de disposição predominante nos estados com menor poder econômico.

A distribuição no Brasil, por região, de volume de RSS gerados é apresentado na Figura 4.

Figura 4: Distribuição de RSS Gerados por Região



Fonte: ABRELPE¹⁹, 2007

Os dados da Figura 4 sugerem que há uma ratificação das regiões onde há um maior volume de RSU gerados e coletados no país. Nas regiões Sudeste (450 t/dia) e Nordeste (280 t/dia) são as que geram os maiores volumes de resíduos no Brasil, ao passo que na região Norte são gerados 50 t/dia.

Já a distribuição no Brasil, por região, da capacidade instalada, por tipo de tratamento adotado para os resíduos de serviços de saúde é apresentado na Tabela 2.

Tabela 3

Distribuição por Região do Brasil da Capacidade Instalada por Tipo de Tratamento de RSS

Região	Unidade da Federação	Tecnologias de Tratamento e Capacidade de Tratamento (t/dia)				
		Autoclave	ETD	Incineração	Microndas	Total
Norte	PA			4		4
Nordeste	AL			2,50		
	BA	10,00		2,50		
	CE			20,00		
	MA			7,50		
	PB			2,50		
	PE			17,00		
	PI	7,00		2,50		
	RN			10,00		
						81,50
Centro-oeste	DF			30,00		
	GO	18,00				48,00
Sudeste	ES			14,00		
	MG	10,00		22,00		
	RJ	7,00		12,50	5,00	
	SP	128,00	100,00	34,00	38,00	
						362,00
Sul	PR	28,50		2,50	7,00	
	RS	44,00				
	SC	2,00		2,00		
						86,00
Total		254,50	100,00	185,50	50,00	560,00

Fonte: ABRELPE¹⁹, 2007

As Figuras 4 e 3 sugerem que na região Sudeste, onde se concentra o maior volume de resíduos gerado e coletado, também é o que apresenta a maior capacidade instalada de tecnologias para tratamento de RSS (Tabela 3), podendo tratar um volume de até 362 t/dia. As regiões Sul (86 t/dia) e Nordeste (81 t/dia) e a região Norte possui um capacidade de tratar até 4 t/dia.

Contudo se comparamos os dados apresentados na Figura 4, distribuição de RSS gerados por região, com os da Tabela 3, distribuição por região do Brasil da capacidade instalada por tipo de tratamento de RSS, percebe-se que mesmo nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, onde há uma maior capacidade instalada por tipo de tecnologias para tratamento de RSS essa cobertura de processo de tratamento ainda se encontra aquém das necessidades.

Um exemplo disso é a região Sudeste onde são gerados 450 t/dia, ao passo que a capacidade instalada para tratamento de resíduos nessa região é de apenas 362 t/dia. Indicando que há demanda nessa região por mais instalação de sistemas de tratamento.

Em relação à implementação de sistemas de disposição final de RSU no Estado do Rio de Janeiro, segundo dados da Secretaria de Estado de Obras do Estado do Rio de Janeiro²⁴, nos 92 Municípios que compõem o Estado são produzidos cerca de 15 mil e 600 toneladas diárias de RSU.

A disposição final dos RSU, em aterros sanitários, atualmente no Estado do Rio de Janeiro encontra-se distribuída da seguinte forma²⁴:

✓ 07 Aterros Sanitários Licenciados localizados nos seguintes municípios

Macaé, Nova Friburgo, Nova Iguaçu, Piraí, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Santa Maria Madalena (particular), São Pedro da Aldeia (particular);

Estes aterros sanitários atendem a 17 municípios no seu entorno.

Os aterros sanitários são soluções técnicas para disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ambientais. Por meio do uso de princípios de engenharia pode-se confinar resíduos sólidos em uma menor área possível e afastar a presença de vetores cobrindo as células onde são depositados os resíduos com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário²⁵.

Antes de se projetar um aterro sanitário são realizados estudos geológicos e topográficos para a seleção da área e verificação do tipo de solo. Também é realizada a impermeabilização do solo, os líquidos percolados são captados por drenos horizontais para posterior tratamento, São instalados ainda drenos verticais para liberação e captação dos gases formados durante a decomposição anaeróbia da matéria orgânica podendo estes serem reaproveitados como fonte de material energético²⁵.

✓ **15 Aterros “Controlados” localizados nos seguintes municípios**²⁴

Angra dos Reis, Barra do Piraí, Duque de Caxias (Gramacho), Guapimirim, Itaboraí, Maricá, Miracema, Natividade, Niterói, Paty do Alferes, Petrópolis, Porciúncula, Resende, Rio Bonito, Teresópolis;

Estes aterros “Controlados” atendem a 26 municípios do Estado do Rio de Janeiro²⁴.

Nos aterros controlados os resíduos sólidos urbanos são compactados e enterrados em valas, não impermeabilizadas, onde sofrem o processo de recobrimento o que reduz a presença de vetores, e a dispersão do lixo devido à ação do vento e da chuva²⁵.

Há ainda, segundo a Secretaria de Estado de Obras do Estado do Rio de Janeiro, 3 Aterros Sanitários que estão em processo de Implantação nos municípios de Campos dos Goytacazes (particular), Paracambi, Vassouras, esses últimos de administração pública²⁴.

Esses investimentos na construção de aterros sanitários, que ora ocorrem no Estado do Rio de Janeiro, levam a crer que talvez esteja havendo por parte do poder público uma política de construção de aterros sanitários como um reflexo de uma

política ambiental em desenvolvimento, inclusive com a construção de aterros sanitários em municípios mais distantes da capital do Estado.

Percebe-se também que no Brasil as regiões Sudeste e Sul concentram o maior percentual de aterros sanitários (Tabela 2). A região Nordeste é a segunda região do país em estimativa de população, contudo em relação as taxas de resíduos sólidos urbanos coletados fica aquém das regiões Sudeste e Sul, o mesmo se verificando para a região Centro Oeste o que se reflete nas taxas de capacidade instalada por tipo de tratamento de RSS.

1.2. Resíduos Urbanos e Resíduos de Serviços de Saúde: suas implicações para o Meio Ambiente e a Saúde Pública.

Sob o aspecto da epidemiologia os resíduos urbanos, embora não possam ser relacionados diretamente como causadores de doenças, ocupam importante papel na saúde pública²⁶.

Deus²⁷ comenta que diversos autores relacionam o aparecimento de doenças aos resíduos urbanos. Entretanto, a influência dos resíduos urbanos na transmissão de doenças se faz sentir, principalmente, por vias indiretas, ou seja, a conexão Resíduos Sólidos-Vetor-Homem, onde as doenças podem ter suas origens na coleta e/ou disposição final inadequada dos resíduos urbanos.

A possibilidade de relacionar os dados ambientais e os de saúde torna-se fundamental para a compreensão das inter-relações entre os níveis de exposição aos agentes e os efeitos sobre saúde²⁸.

A avaliação de riscos constitui uma forma de aprofundamento da compreensão dos problemas ambientais que ocasionam efeitos indesejáveis sobre a saúde. Quando dados ambientais e dados de saúde indicam haver a presença de agentes perigosos (químicos, físicos ou biológicos) no ambiente, os efeitos sobre a saúde devem ser avaliados quantitativamente e qualitativamente²⁸.

Segundo Deus²⁷, quanto menor o orçamento municipal destinado ao serviço de limpeza urbana maiores são as chances de ocorrerem doenças entre a população exposta a estes.

Diferentemente dos resíduos domiciliares comuns, os de serviços de saúde podem apresentar grande quantidades de agentes infectantes e de substâncias químicas – como desinfetantes, antibióticos, medicamentos citostáticos, radioativos e outros medicamentos³⁰.

Morel e Bertussi Filho apud Zanon³¹, identificaram diversos microrganismos presentes nos resíduos de serviços de saúde, tais como *Coliformes*, *Salmonella typhi*, *Shigella* sp., *Pseudomonas* sp., *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. Além disso, foi constatada a possibilidade de sobrevivência de vírus para pólio tipo I, hepatites A e B, influenza, vaccínia e vírus entéricos (Quadro 2).

Figura 5

Tempo de permanência de microorganismos em número de dias no Meio Ambiente	
MICRORGANISMOS PESQUISADOS	TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA NO LIXO(EM DIAS)
• <i>Entamoeba histolytica</i>	8 a 12
• <i>Leptospira interrogans</i>	15 a 43
• Larvas de verme	25 a 40
• <i>Salmonella typhi</i>	29 a 62
• Poliovírus	20 a 162
• <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	150 a 180
• <i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos)	2.000 a 2.500

Fonte: Suberkeropp & Klub apud Zanon³¹

Em razão desta composição os resíduos de serviços de saúde necessitam de soluções técnicas específicas, dentro da racionalidade de nossas necessidades e possibilidades em relação ao manuseio, tratamento e disposição final³⁰.

Além disso, a disposição conjunta dos resíduos contendo microrganismos e substâncias químicas podem provocar um aumento das populações bacterianas resistentes a certos antibióticos, detectadas no esgoto de hospitais. Dessa forma, o mau gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde pode favorecer a propagação da resistência à degradação de patógenos³⁰.

Fay³² afirma, em relação à composição dos RSS, que 20% são resíduos que podem ser incluídos na categoria de infectantes. Outros 5% consistem em resíduos tóxicos, corrosivos, infamáveis, reativos ou radiativos, como por exemplo, os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e os rejeitos de radioterápicos. Os demais 75% dos RSS assemelham-se aos resíduos domiciliares.

Fay³² ressalta que o aumento do interesse da comunidade científica em relação aos resíduos de serviços de saúde que sejam infectantes, tóxicos ou perfurocortantes, se deu devido às possibilidades de transmissão de doenças, tais como HIV e hepatite B através destes resíduos. Os profissionais de saúde seriam os mais suscetíveis de se contaminarem com estes agentes infectantes em decorrência de suas atividades ocupacionais.

Os acidentes com agulhas, por exemplo, constituem um dos principais riscos de transmissão ocupacional de infecções por via sangüínea de HIV e hepatites B e C. Após um acidente com agulha estima-se que o risco de contaminação com o vírus da hepatite B (HBV) é de 6 a 30%, com o vírus da hepatite C (HCV) é de 0,5 a 2%, e com o vírus da HIV é de 0,3 a 0,4%³³.

Ainda segundo Fay³² foi o medo de uma contaminação em potencial dos profissionais de saúde que levou sindicatos, legisladores, e público a exigir que por parte do Governo fossem publicadas legislações voltadas para o controle dos resíduos de serviços de saúde.

Em relação aos resíduos de medicamentos antineoplásicos ou citoestáticos, Fay³², comenta que por serem drogas novas, e consideradas carcinogênicas, requerem especial atenção no seu manejo e gerenciamento.

Sorensen *et al*³⁴, após pesquisa realizada na Alemanha e na Dinamarca, no final dos anos 90 do século XX, concluíram que substâncias que têm a capacidade de causar interações e modificações no DNA (ácido desoxirribonucléico) das células, como os dos agentes antineoplásicos, são substâncias resistentes à degradação.

Essas substâncias se constituem em micropoluentes ambientais, tendo sido identificada a presença destas substâncias em águas residuais, contaminando assim os ambientes aquáticos e terrestres³⁴.

A ampla e crescente utilização de fármacos antineoplásicos, em procedimentos de quimioterapia, pode ser considerada um importante risco químico para o pessoal envolvido no preparo e na administração dessas substâncias, assim como para os trabalhadores que atuam nos processos de limpeza dos ambientes onde ocorre a manipulação, guarda e administração desses fármacos³⁴.

Esses fármacos podem apresentar-se nos estados sólido ou líquido. Quando no estado sólido, na forma de pó, ou no estado líquido, como são encontrados com maior frequência, podem dispersar-se no ambiente de trabalho através da aerodispersão¹⁴.

A principal via de absorção é a via percutânea, contudo pode haver absorção por ingestão através do contato com a mucosa oral com mãos contaminadas ou pela ingestão de alimentos contaminados. Em casos de acidentes, podem ser absorvidos através da mucosa ocular¹⁴.

Walrath *apud* Martins¹⁴, em seus estudos, relata que observou o aparecimento em trabalhadores que preparam e administram antineoplásicos sem proteção coletiva ou individual, de cefaléia, vertigens, tonturas, queda de cabelo, hiperpigmentação cutânea e vômitos, sendo tais efeitos comparados àqueles apresentados por pacientes em tratamento com estas substâncias.

Martins¹⁴ relacionou ainda o nascimento de crianças com mal formações, cujas mães eram enfermeiras, que quando grávidas manipularam e administraram quimioterápicos antineoplásicos, até o final do primeiro semestre de gravidez, fazendo uso de poucos equipamentos de proteção individuais (EPI's).

A descoberta da radiação ionizante e dos radionuclídeos despertou o interesse da medicina pela possibilidade de destes em diagnósticos e no tratamento de doenças como no caso do câncer³⁵.

Estudos sobre os efeitos da radiação ionizante no homem demonstraram que a resposta do organismo de um indivíduo à radiação depende de fatores como dose recebida, características orgânicas individuais, área irradiada e taxa de dose, entre outros³⁵.

Os efeitos das interações das radiações ionizantes com as células podem acontecer de duas formas uma direta, danificando as macromoléculas (DNA, proteínas e enzimas, entre outras), ou de forma indireta, interagindo com o meio e produzindo radicais livres. Essas modificações celulares podem ser reparadas através da ação das enzimas. Caso não sejam, surgirão lesões bioquímicas que podem causar danos como morte prematura, alteração no processo de divisão celular e alterações genéticas³⁵.

A Medicina Nuclear é a área da medicina que se apropria da radiação ionizante através do uso de radioisótopos, tanto para diagnósticos quanto para o tratamento de enfermidades. O radioisótopo é usado no preparo do radiofármaco, que é um fármaco, produto biológico ou droga, que contem um elemento radioativo³⁵.

Na radioterapia geralmente são usados raios gama, radioisótopos como cobalto-60, raios X e até *prótons e mésons pi* negativos são usados em conjunto com a cirurgia ou associada ao uso de quimioterápicos antineoplásicos, como forma de aumentar a eficiência do tratamento do câncer. Por meio desta técnica é possível destruir o DNA das células, quando no processo de divisão celular, na fase da mitose e assim destruir as células neoplásicas para que haja redução ou desaparecimento da neoplasia maligna^{37,38}.

Os resíduos gerados no processo de radioterapia recebem o nome de rejeitos radioativos e que constam da Resolução RDC nº306/04³⁹.

A definição que será adotada no desenvolvimento dessa dissertação, para o termo rejeito radioativo, é a que consta na Resolução RDC nº306/04, que é a definida pela CNEN, constando na norma CNEN-NE-6.05, que dispõe sobre a Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas, *in verbis*³⁹:

(...) rejeito radioativo (ou simplesmente rejeito), qualquer material resultante de atividades humana, que contenha radionúclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 de Licenciamentos de instalações radiativas” e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista.

Observa-se que a definição apresentada acima não leva em conta o estado físico da matéria, podendo ser o rejeito sólido, líquido ou gasoso.

Devem ser ainda diferenciados os significados dos termos lixo, resíduo e rejeito.

Segundo a literatura, através de consulta ao Dicionário Eletrônico Aurélio⁴⁰ a definição de lixo é: “*tudo o que não presta e se joga fora. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. Resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais.*”. Já o termo resíduo é definido pelo mesmo autor: “*aquilo que resta de qualquer substância; resto.*”. O termo rejeito é ainda definido por Aurélio como “*ato ou efeito de rejeitar; rejeitar lançar fora*”

Percebe-se que para a literatura os três termos não se diferem substancialmente, contudo o mesmo não acontece se for observada a definição dos mesmos termos em normas técnicas e nas legislações vigentes.

O projeto de Lei 1991/07⁴¹, que tem por objetivo instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos, traz uma nova definição de resíduo sólido, *in verbis*:

resíduos sólidos: resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem urbana, industrial, de serviços de saúde, rural, especial ou diferenciada;

Ao confrontar a definição de *resíduos sólido* do projeto de Lei 1991/07⁴¹ com a que consta da NBR 10.004/04²², percebe-se que não estão incluídos os lodos e os líquidos com particularidades que os impedem de serem lançados na rede pública de esgoto.

Essa exclusão pode sugerir ao gerador desse lodo e/ou líquido que as diretrizes propostas no projeto de Lei 1991/07⁴¹ para uma política nacional de resíduos sólido não se aplica a esses resíduos.

Esse projeto de Lei também propõem uma definição para *rejeito*, *in verbis*⁴¹:

rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e disponíveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

O mesmo documento traz uma definição para resíduos sólidos especiais ou diferenciados, que pode ser encontrada na alínea e do inciso I do artigo 11, *in verbis*⁴¹:

(...) **resíduos sólidos especiais ou diferenciados**: aqueles que por seu volume, grau de periculosidade, de degradabilidade ou outras especificidades, requeiram procedimentos especiais ou diferenciados para o manejo e a disposição final dos rejeitos, considerando os impactos negativos e os riscos à saúde e ao meio ambiente;

Observa-se que pelas particularidades de características de grau de periculosidade os resíduos de serviços de saúde estão incluídos nessa definição acima

No que tange ao termo *resíduo perigoso*, até a conclusão dessa dissertação, não foi encontrada em norma, legislação ou projeto de lei uma definição específica para o termo.

No entanto na norma NBR 10004/04²² existem critérios estabelecidos para classificar um resíduo como *perigoso*. Esses critérios levam em conta a propriedade física, química ou infecto contagiosa do resíduo, bem como a possibilidade desse ser inflamável, corrosivo, reativo, tóxico e patogênico.

Cabe informar que o termo *resíduo* quando usado nessa dissertação, refere-se ao resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico no estado físico sólido ou líquido.

Em relação ao rejeito de radioterápico por ser classificado como rejeito radioativo, essa classificação será apresentada no próximo capítulo, será adotada a terminologia *rejeito* baseada na definição do CNEN-NE-6.05³⁶ no estado físico sólido ou líquido

Qualquer outro tipo de resíduo ou rejeito que seja citado ao longo dessa dissertação, e que seja diferente desses especificados acima, serão mencionados de forma mais detalhada.

1.3 Fatores de Riscos Ocupacionais Associados aos Resíduos de Serviços de Saúde.

Risco é a probabilidade de ocorrer um evento bem definido no espaço e no tempo, que cause dano à saúde, às unidades operacionais ou dano econômico/financeiro. As atividades de risco são as que envolvem dano, doença, morte e as realizadas em Serviços de Saúde⁴².

No Brasil as atividades ocupacionais de risco estão regulamentadas por Portarias do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), através das Normas Regulamentadoras de Medicina e Segurança do Trabalho (NR). As NR abrangem regulamentações associadas aos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes⁴².

A WHO⁶, em seu manual, cita a possibilidade de sobrevivência do vírus da Hepatite B (HBV) ou C (HCV), durante o período de uma semana, em uma gota de sangue retirada de uma agulha hipodérmica.

Além disso, diversos pesquisadores associam a presença de agentes infecciosos aos resíduos de serviços de saúde, principalmente nos materiais perfurocortantes⁴³.

Collins & Kennedy *et al apud* Silva *et al*⁴³ concluíram que há um risco considerável de acidente direto e potencial de transmissão de vírus (HBV e HCV) nos trabalhadores de saúde através de acidentes com perfurocortantes.

Mencionam ainda a possibilidade de transmissão da *Mycobacterium tuberculosis* em trabalhadores numa estação de tratamento de resíduos de serviços de saúde⁴³.

Esses fatos citados levaram a formulação de recomendações voltadas para a adoção de precauções mais criteriosas referente aos materiais perfurocortantes, que considerassem a grande possibilidade da transmissão de doenças viróticas (HBV) por meio do contato com o sangue contaminado em relação àquelas enfermidades de origem aerógena⁴³.

Smith⁴⁴, alerta que questões que envolvem os riscos da disposição dos resíduos de fármacos, têm sido discutidas de forma muito sutil, se comparado as discussões que envolvem o descarte dos resíduos urbanos e infectantes.

Contudo, segundo Smith⁴⁴, aspectos que envolvem os riscos do descarte de medicamentos são relevantes, principalmente se o foco das discussões forem no sentido de impedirem acesso de crianças a estes resíduos, o desenvolvimento de mecanismos que coíbam o retorno ao comércio destes resíduos, o lançamento em corpos d'água, levando à processos que colocam em ameaça a existência de algumas espécies aquáticas.

Smith⁴⁴ diferencia ainda a gestão dos resíduos químicos, da gestão dos resíduos químicos perigosos, no qual estão incluídos os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, pelas características de toxicidade que apresentam.

Boechat⁴⁵ pondera que pelas características de carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e toxicidade para órgãos e tecidos, os quimioterápicos antineoplásicos são considerados medicamentos que oferecem risco ocupacional.

Boechat⁴⁵ pontua como momentos de risco ocupacional os processos de trabalho associados à manipulação dos medicamentos; os atos do recebimento, transporte e guarda dos medicamentos; a limpeza e desinfecção de ampolas e frascos-ampola; a limpeza das áreas e equipamentos usados no preparo; o gerenciamento dos resíduos destes medicamentos.

Os riscos ocupacionais, associados à exposição aos agentes químicos, variam com o grau de periculosidade do agente químico e tempo de exposição, repercutindo em efeitos crônicos ou agudos⁴².

Ündeđer et al *apud* Martins¹⁴ demonstraram, em seus estudos, que enfermeiros expostos, aos agentes quimioterápicos antineoplásicos, em função de suas atividades ocupacionais, apresentaram aumento de danos no DNA. Esse efeito não foi verificado em grupos de enfermeiros, secretários e técnicos de laboratório que não que manipulam tais agentes.

Kligerman *et. al*⁴⁶ alertam que o inadequado gerenciamento de resíduos em muitas vezes vem provocando danos aos profissionais de serviços de saúde, sendo necessário programas de capacitação destes para evitar o manuseio inadequado dos resíduos hospitalares.

Uma forma de se evitar os riscos ocupacionais relacionados à exposição aos agentes quimioterápicos antineoplásicos dos profissionais de saúde que manipulam e administram esses resíduos é através da avaliação da exposição ao risco químico.

Para Paumgarten⁴⁷ essa avaliação é um processo pelo qual se estima a probabilidade que um composto químico tem de vir a produzir efeitos adversos numa dada população, em determinadas condições de exposição. A avaliação do risco químico consiste de quatro estágios

- 1) identificação da periculosidade;
- 2) avaliação da exposição;
- 3) avaliação da relação dose-efeito;
- 4) caracterização do risco.

Identificação da Periculosidade: representa a primeira etapa da avaliação, onde se procura evidenciar o nexo de causalidade entre os estudos em animais de laboratório e / ou seres humanos para identificar possíveis efeitos adversos. Tenta responder a pergunta: Será que a exposição ao agente químico em questão causa efeitos adversos à saúde?

Avaliação da Exposição: a exposição e o ingresso no organismo do agente químico dependem das vias de exposição, que podem ser: digestiva, respiratória e cutânea (mucosa). Cada uma tem a sua peculiaridade, especialmente quando se considera o grau de absorção de cada uma delas e a dose, que é a quantidade do agente químico que é absorvido e adentra ao organismo sendo função do tempo e do peso corporal.

Avaliação da Relação Dose-Efeito: A relação dose-efeito de um agente químico tóxico se refere aos diferentes tipos de efeitos que a substância pode produzir à medida que se aumenta sua dosagem no organismo, até chegar ao seu último efeito, que é a morte.

Caracterização do Risco: consiste na última etapa da avaliação de risco, e agrega as informações levantadas nas três etapas anteriores, se constituindo no resultado final do processo da avaliação dos riscos. Dados recolhidos e analisados são organizados de forma a auxiliarem os gestores de Saúde Pública e Ambiente nas tomadas de decisões.

Paumgarten⁴⁷ enfatiza ainda que a avaliação de risco é uma base racional para a adoção de decisões por parte dos gestores, na publicação de novas legislações e/ou na alteração das já existentes.

O Objetivo dessa avaliação é alcançar um bom equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção da Saúde Pública e do Ambiente na direção de reduzir ou eliminar os riscos causados por agentes químicos.

CAPITULO 2 - AGENTES QUIMIOTERÁPICOS ANTINEOPLÁSICOS E RADIOFÁRMACOS

O termo câncer foi empregado pela primeira vez na Grécia Antiga. A doença era então atribuída ao excesso de um fluido corporal chamado bile negra⁴⁸.

A origem do nome se deve ao aspecto das feridas provenientes desse excesso de fluido corporal, pois pareciam penetrar profundamente na pele, comparando-se este comportamento ao de um caranguejo agarrado à superfície. O nome caranguejo em grego é *karkinos*, que traduzido para o latim vem a ser câncer⁴⁸.

Atualmente esse termo é um nome comum, utilizado para se designar mais de 100 tipos de doenças neoplásicas ou tumores malignos, nas quais células até então normais, passam a sofrer alterações genéticas. Estas células se dividirem de forma descontrolada invadindo tecidos do organismo por meio da circulação sanguínea e do sistema linfático. As principais categorias do câncer são carcinoma, sarcoma, linfoma e leucemia⁴⁸.

O câncer é atualmente um importante problema de saúde pública tanto em países desenvolvidos, quanto nos em desenvolvimento, sendo associada a mais de seis milhões de óbitos por ano, representando cerca de 12% de todas as causas de morte no mundo⁴⁶.

Segundo Guerra⁴⁹ a OMS destaca que sobressaem-se, entre os cinco tipos de câncer mais freqüentes, os tumores de pulmão, de cólon e reto e de estômago, tanto nos países industrializados, quanto nos países em desenvolvimento.

No Brasil, estatísticas apontam a doença como responsável por cerca de 14 % das causas de óbito, representando a segunda causa de mortalidade geral, com 147.718 óbitos registrados em 2005. A incidência estimada para o ano de 2008 foi de 466.730 mil casos novos de câncer, o que corresponde a cerca de dois casos por ano para cada 1000 habitantes⁵⁰.

Segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA)⁵⁰, o tipo de câncer mais incidente entre os brasileiros é o de pele, não melanoma, tipo menos agressivo da doença e que pode ser tratado em nível ambulatorial.

Excluído o caso citado acima, as localizações primárias mais comuns de câncer em homens são: na próstata, no pulmão, no estômago, no cólon e reto e na cavidade oral. Em mulheres, os cânceres mais freqüentes são de: mama, colo do útero, cólon e reto, pulmão e estômago⁵⁰.

2.1 Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos.

O tratamento do câncer, e suas práticas clínicas, passaram por mudanças radicais nas últimas quatro décadas. Novos fármacos/agentes quimioterápicos antineoplásicos foram introduzidos e a quimioterapia das neoplasias é realizada recorrendo-se à combinação desses agentes⁵¹.

Atualmente os agentes quimioterápicos antineoplásicos, também conhecidos como fármacos citotóxicos ou citostáticos, tiveram sua utilidade ampliada para as doenças não-cancerosas. Os mesmos fármacos usados em terapia antineoplásicas são empregados como importantes imunossuppressores para a artrite reumatóide, nos transplantes de órgãos, na anemia falciforme, na quimioterapia anti-infecciosa e psoríase⁵¹

Goodman & Gilman⁵¹ alertam que pelas características de carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e toxicidade para órgãos e tecidos, os quimioterápicos antineoplásicos oferecem risco ocupacional, tanto em relação a sua manipulação, limpeza e desinfecção das áreas e equipamentos usados para tal, quanto no seu recebimento, transporte, armazenamento, administração do produto acabado e gerenciamento dos resíduos gerados na sua manipulação, administração e em possíveis acidentes.

Devido a essas características tóxicas sua manipulação deve obedecer a regras de segurança. A reconstituição de formas farmacêuticas citotóxicas deve ser feita por

profissionais com formação técnica adequada, utilizando equipamento de proteção e em área específica projetada para tal¹⁴.

A maioria destes fármacos apresentam efeitos teratogênicos, não devendo ser manipulados ou manuseados por grávidas. O material contaminado com estas substâncias (seringas, embalagens, etc.) deve ser descartado de forma adequada¹⁴.

No Brasil o Dicionário de Especialidades Farmacêuticas (DEF) 2007/2008 apresenta cerca de 420 medicamentos com indicação terapêutica antineoplásica, registrados na ANVISA e disponíveis para comercialização⁵².

Nas Figuras 6 e 7 estão relacionados agentes quimioterápicos antineoplásicos e suas aplicações.

Figura 6**Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos**

Classe Terapêutica	Mecanismo de Ação	Tipo de Agente	Nome Genérico
1)Agentes Alquilantes	Atuam através da formação de ligações covalentes com o DNA, impedindo assim, a sua replicação	1.a)Mostarda Nitrogenada; 1.b)Etileneiminas e metilmelaminas; 1.c)Derivados da metilidrazina; 1.d)Alquil sulfonato; 1.e)Nitrosuréis; 1.f)Triazenos; 1.g)Complexos de Coordenação da Platina	Mecloretamina,Ciclofosfamida Ifosfamida,Melfalana(L-sarcolisina), Clorambucila. Altretamina,Tiotepa. Procarbazina(N-metil-hidrazina,MIH). Bussulfano. Carmustina(BCNU),Estreptozocina. Dacarbazina Cisplatina, carboplatina,oxaliplatina
2)Agentes Antimetabólitos	Atuam bloqueando ou subvertendo uma ou mais vias metabólicas envolvidas na síntese do DNA.	2.a)Análogos do ácido fólico; 2.b) Análogos da pirimidina; 2.c)Inibidores e análogos conhecidos da purina;	Metotrexato,Pemetrexede. Fluoruracila,Capecitabina,Citarabina, Gencitabina. Mercaptopurina, Pentostatina.
3)Produtos Naturais	A maioria destes agentes afetam especificamente a função dos microtúbulos e por conseguinte a formação do fuso mitótico.	3.a)Alcalóides da vinca; 3.b)Taxanos; 3.c)Epipodofilotoxinas; 3.d)Camptotecinas; 3.e)Antibióticos; 3.f)Antracenediona; 3.g)Enzimas;	Vimblastina,Vinorelbina,Vincristina. Paclitaxel,Docetaxel. Etoposídeo,Teniposídeo. Topotecana,Irinotecana. Dactinomicina,Daunorrubicina,Doxorubicina. Mitoxantrona,Bleomicina,Mitomicina. L-asparaginase
4)Hormônios e Seus Antagonistas	Atuam suprindo a secreção de hormônios ou antagonizam a sua ação	4.a)Adrenocorticóides supressores; 4.b) Adrenocorticosteróides; 4.c)Progestinas; 4.d)Estrogênios; 4.e)Antiestrogênios inibidores da aromatase; 4.f)Androgênios; 4.g) Antiandrogênios; 4.h)Análogos do hormônio de liberação de gonadotropina	Mitotano,Aminoglutetimida. Prednisona. Caproato de hidroxiprogesterona,acetato de medroxiprogesterona, acetato de megestrol. Dietilestilbestrol,Etinilestradiol. Tamaxifeno,Toremifeno,Anastrozol,Letrozol, Exemestano. Propionato de Testosterona, Fluoximesterona. Flutamida.
5)Outros Agentes	São fármacos recentemente desenvolvidos, que atuam afetando alvos tumorais específicos.	5.a)Substitutos da Uréia; 5.b)Agentes Diferenciados; 5.c)Inibidor da tirosinocinase proteína; 5.d)Inibidores do proteossomo; 5.e)Modificadores de resposta biológica; 5.f)Anticorpos.	Leuprolida Hidroxiuréia. Tretinóna, Trióxido de arsênio. Imatinibe. Gefitinibe,Brotezomibe. Interferona-alfa,Interleucina 2,

Fonte: Goodman & Gilman (org)⁵¹ Principais agentes antineoplásicos⁵³

Figura 7**Agentes Quimioterápicos Antineoplásicos e Suas Aplicações**

Usos clínicos/ Carcinoma	Agente Antineoplásico Clinicamente Usado
de mama	Melfalam, ciclofosfamida, mitomicina, daunorrubicina, doxorrubicina, podofilotoxinas (etoposida e teniposida), vimblastina, vincristina, antiandrogênicos, antiestrogênicos, estrogênicos, metotrexato; taxol (casos avançados)
de ovário	Ifosfosfamida, cisplatina, melfalam, clorambucil, fluorouracil, doxorrubicina, vincristina, tamoxifeno
endometrial	Cisplatina, carboplatina, doxorrubicina, ciclofosfamida, isofosfamida, progestina, estrogênicos, anti-estrogênicos
de cólon	Ciclofosfamida, fluorouracil
de próstata	Fluorouracil, anti-androgênio, prednisona, doxorrubicina, hidroxiuréia, progestinas, estrogênicos, androgênicos, leuprolida, amino-glutetimida
de testículo	Cisplatina, plicamicina, dactinomicina, podofilotoxinas, ciclofosfamida, metotrexato, vimblastina, bleomicina, doxorrubicina
de bexiga	Cisplatina, doxorrubicina, vimblastina
de pâncreas	Cisplatina, carboplatina, mitomicina, fluorouracil
de estômago	Cisplatina, carboplatina, mitomicina, fluorouracil, Carmustina
de esôfago	Cisplatina, carboplatina, mitomicina, doxorrubicina
gastrointestinal	Mitomicina
de cabeça e pescoço	Cisplatina, carboplatina, doxorrubicina, fluorouracil, vincristina, vimblastina, bleomicina, metotrexato
de cérvix	Cisplatina, doxorrubicina, mitomicina, vincristina, bleomicina
de tireóide	Cisplatina, carboplatina, melfalam, bleomicina, fluorouracil
de pulmão	Cisplatina, carboplatina, doxorrubicina, mitomicina, vincristina, vimblastina, podofilotoxinas
de garganta e boca	Cisplatina e doxorrubicina
Sarcomas	Cisplatina, ciclofosfamida, doxorrubicina, dactinomicina, podofilotoxinas, metotrexato, ciclofosfamida, vincristina, vimblastina
Linfomas	Doxorrubicina, ciclofosfamida, ifosfamida, clorambucil, vincristina, vimblastina, podofilotoxinas, pentostatina (células T), prednisona, citarabina, bleomicina, mecloretamina, dacarazina, carmustina
Melanomas	Mitomicina e dacarbazina
Neuroblastoma	Neuroblastoma
Gliomas	Citarabina
Linfocítica	Vincristina (casos agudos), clorambucil, metotrexato, prednisona, carmustina (aguda e crônica), doxorrubicina
Linfoblástica	Vincristina, podofilotoxinas
Linfática	Clorambucil

Fonte: Almeida, V.L. *et al.* . Câncer e Agentes Antineoplásicos Ciclo-Celular Específicos e Ciclo-celular Não Específicos Que Interagem Com o DNA: uma introdução⁵⁴.

2.2 Radiofármacos

Radiofármaco é um fármaco que pode ser um produto biológico ou uma droga que contém um elemento radioativo. É preparado a partir do uso de vários isótopos radioativos ou radioisótopos, que devido à propriedade de emitirem radiações e/ou partículas, são usados em medicina nuclear tanto para diagnóstico de doenças quanto para o tratamento de tumores radiosensíveis, e em disfunções do organismo humano. e no tratamento de tumores radiosensíveis⁵⁵.

As radiações, emitidas pelo radiofármaco, atravessarem a matéria ou são absorvidas por ela, sob a forma de calor, o que possibilita as múltiplas aplicações tanto como em diagnósticos e em terapias para destruir células tumorais⁵⁵.

O radiofármaco quando administrado ao pacientes deposita-se no órgão ou tecido, onde tem preferência em ficar, passando a emitir pósitrons e/ou radiação. Por exemplo, o iodo-131 (I-131), usado tanto para diagnosticar doenças como em terapias, após ser administrado e absorvido pelo organismo, vai se alojar preferencialmente na glândula tireóide, radioativo ou não, se ele estiver radioativo vai emitir partículas beta e radiações gama pelo período de oito dias, seu tempo de meia-vida, podendo assim ser usado para destruir células com tumores⁵⁵.

Os efeitos das interações entre as radiações emitidas pelo elemento radioativo e as células podem acontecer de forma direta, danificando uma macromolécula, por exemplo um DNA, ou de forma indireta, interagindo com o meio e gerando a produção de radicais livres. A ação de enzimas pode reparar essas modificações celulares. Caso não haja reparação destas modificações, surgirão lesões bioquímicas podendo haver alteração no processo de divisão celular e alterações genéticas⁵⁶.

Os efeitos biológicos das interações das radiações ionizantes com as células podem ser de dois tipos: determinísticos e estocásticos. Os efeitos estocásticos causam uma alteração aleatória no DNA de uma única célula que, no entanto, continua a reproduzir-se, levando à de transformação celular. Os efeitos determinísticos causam à morte celular⁵⁷.

No Brasil os radiofármacos, em grande parte, são produzidos pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo, e pelo Instituto de Engenharia Nuclear(IEN), no Rio de Janeiro, ambos ligados a CNEN, órgão responsável no Brasil pelo controle e uso de material radioativo⁵⁸.

Segundo dados do IPEN⁵⁸, os radioisótopos mais utilizados para terapia são os seguintes: Iodo (I) 131, Samário (Sm)153. Rênio (Re) 186 e 188, Estrôncio (Sr) 87, Estanho (Sn) 117m, Ítrio (Y) 90, Hólmio (Ho) 166, Dysprosio (Dy) 165). Na Figura 8, os valores de meia-vida dos radioisótopos mencionados.

Figura 8

Valores de Meia-Vida dos Radioisótopos		
Características	Isótopo	Tempo de Meia -Vida
Radioisótopos mais utilizados para terapia radioativas	I ₁₃₁	8 horas
	Dy ₁₆₅	20,95 horas
	Ho ₁₆₆	26,83 horas
	Sm ₁₅₃	46 horas
	Re ₁₈₆ e Re ₁₈₈	90 horas
	Sn ₁₁₇	13,6 dias
	Y ₉₀	58,51 dias
	Sr ₈₇	29,1 anos

Fonte: CNEN³⁶ e IPEN⁵⁸

2.3. Classificação dos Resíduos e dos Rejeitos Frente aos Demais Resíduos de Serviços de Saúde

Os aspectos legais e normativos que regulam os resíduos e os rejeitos, incluindo sua classificação frente aos demais resíduos de serviços de saúde, serão apresentados no terceiro capítulo dessa dissertação. Contudo, será apresentado nesse item essa classificação.

Estimativas da WHO⁶ apontam que o volume total de resíduos de serviços de saúde gerados por pessoa por ano nos países em desenvolvimento, ficam entorno de 0,5 kg a 3 kg.

Não obstante a WHO⁶ alerta ainda que esse valor pode estar subestimado, uma vez que em alguns países os resíduos de serviços de saúde são classificados como

resíduos perigosos, e quantificados junto com outros resíduos que não tem a mesma origem de geração, como por exemplo os resíduos de processos industriais com metais pesados em sua composição.

Os resíduos de serviços de saúde, no manual elaborado pela WHO⁶, encontram-se agrupados em nove classes (Figura 9).

Figura 9

Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde segundo a WHO	
Categoria do Resíduo	Descrição do Tipo de Resíduo e Exemplos
1- infectante	São resíduos suspeitos da presença de patógenos (bactérias, vírus, parasitas ou fungos) em quantidade ou concentração suficiente que possam transmitir doenças Ex.: culturas de laboratórios, resíduos de autópsia, resíduos de enfermarias de isolamento, resíduos de hemodiálise, materiais usados em pacientes com doenças infecciosas e suas excretas e animais infectados.
2-Patológicos	Representam uma sub-categoria dos resíduos infectantes. Agregam os tecidos humanos, órgãos e partes amputadas de humanos ou animais, sangue, fluidos humanos e carcaça de animais.
3-Perfuros-cortantes	São resíduos capazes de cortar ou perfurar, tais como laminas de bisturis, agulhas, vidros quebrados.
4-Farmacêutico	São resíduos de produtos farmacêuticos, tais como medicamentos vencidos, frascos com restos de medicamentos ou soros, recipientes usados para envase de medicamentos e soros, materiais usados na manipulação de medicamentos (frascos, luvas etc).
5-Genotóxicos	São resíduos considerados altamente perigosos por serem mutagênicos, teratogênicos ou cancerígeno. Esses resíduos por serem potencialmente perigosos devem ser gerenciados com especial atenção e segurança dentro e fora do estabelecimento. Inclui-se nessa categoria resíduos de medicamentos citoestáticos, os anti-neoplásicos usados em quimioterapia, medicamentos imunossuppressores, as excretas e vômitos, substâncias usadas em radioterapia.
6-Químicos	São resíduos que apresentam propriedades tóxicas, corrosivas, inflamabilidade, reatividade podendo estar na forma sólida, líquida e gasosa A categoria abrange os resíduos químicos orgânicos(provenientes da manutenção de equipamentos), os de desinfecção das instalações do estabelecimento ou de aparelhos médicos, os solventes usados em análises laboratoriais, os gerados nos processos de exames e diagnósticos, o formaldeído, os resíduos inorgânicos (ácidos, agentes alquilantes e oxidantes).
7-Presença de Metais Pesados	Representam uma sub-categoria dos resíduos perigosos. São os resíduos com presença de metais pesados tais como mercúrio (gerado na quebra de equipamentos ou de atendimento odontológico), pilhas e baterias descartadas e o chumbo.
8-Gases Pressurizados	São os gases usados em serviços de saúde, sendo armazenados em cilindros pressurizados, cartuchos, e aerossóis. Devendo esses recipientes serem manuseados com cuidado pois podem causar explosões.
9-Radioativos	São as radiações ionizantes de interesse em medicina, mas que tem efeito genotóxicos, Incluem as partículas α , β e γ , os raios-X.

Fonte: *World Health Organization (WHO)-Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*⁶

O manual da WHO⁶ cita que pode haver resíduos químicos hospitalares que sejam considerados não perigosos. Um resíduo para ser classificado como perigoso deve ter pelo menos uma das seguintes propriedades: toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade e genotoxicidade.

Na Figura 9, apresentada na página anterior, pode-se observar que os resíduos de medicamentos antineoplásicos são classificados como genotóxicos, uma vez que são

substâncias com propriedades mutagênicas, teratogênicas ou carcinogênicas, sendo também incluídos nessa classificação os medicamentos citostáticos⁶.

Já em relação aos resíduos de radiofármacos a WHO⁶ os classifica como radioativos, conforme pode ser constatado na Figura 9.

Na União Europeia (UE), anteriormente designada Comunidade Econômica Europeia (CEE), a Comunidade Europeia (CE), e que é constituída até a presente data, em 2010, por 27 Estados Membros, possui uma política a para a proteção do ambiente e dos recursos naturais⁵⁹.

Essa política foi adquirindo uma importância crescente a partir da década de 80, devido ao fato de estarem ainda longe de ser controladas as ameaças de danos ambientais e empobrecimento dos recursos naturais, sendo criados instrumentos em comum, no âmbito legislativo e financeiro, tornando a política comunitária mais diversificada⁵⁹.

Para harmonizar a gestão de resíduos na UE, foi publicado em 20 de dezembro de 1993 a Decisão da Comissão 94/3/CE, que estabeleceu o chamado Catalogo Europeu de Resíduos (CER), que é uma lista de resíduos, harmonizada, não exaustiva⁵⁹.

A CER está em conformidade com a definição de resíduo estabelecida na alínea a do artigo 1º da Directiva 75/442/CEE do Conselho relativa aos resíduos que é “...quaisquer substâncias ou objetos abrangidos pelas categorias fixadas no anexo I de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer.”⁶⁰.

Na Figura 10 são apresentadas as categorias de classificação dos resíduos na União Europeia.

Figura 10

Categorias de Classificação dos Resíduos	
Categoria de Resíduo	Descrição do Tipo de Resíduo
Q1	Resíduos de produção ou de consumo não especificados pelas demais categorias abaixo
Q2	Resíduos de produtos que não obedecem às normas
Q3	Resíduos de produtos fora do prazo de validade
Q4	Resíduos de matérias acidentalmente derramadas, perdidas ou que sofreram qualquer outro incidente, incluindo quaisquer matérias, equipamentos, contaminados na seqüência do incidente em causa deste.
Q5	Resíduos de matérias contaminadas ou sujas na seqüência de atividades deliberadas (por exemplo, resíduos de operações de limpeza, materiais de embalagem, recipientes, etc.)
Q6	Resíduos de elementos inutilizáveis (por exemplo, baterias e catalisadores esgotados, etc.)
Q7	Resíduos de substâncias que se tornaram impróprias para utilização (por exemplo, ácidos contaminados, solventes contaminados, sais de têmpera esgotados, etc.)
Q8	Resíduos de resíduos de processos industriais (por exemplo, escórias, resíduos de destilação, etc.)
Q9	Resíduos de processos antipoluição (por exemplo, lamas de lavagem de gás, poeiras de filtros de ar, filtros usados, etc.)
Q10	Resíduos de maquinagem/acabamento (por exemplo, aparas de torneamento e fresagem, etc)
Q11	Resíduos de extração e de preparação de matérias-primas (por exemplo, resíduos de exploração mineira ou petrolífera, etc.)
Q12	Resíduos de matérias contaminadas (por exemplo, óleos contaminados com PCB, etc.)
Q13	Resíduos de qualquer matéria, substância ou produto cuja utilização seja proibida por lei.
Q14	Resíduos de produtos que não tenham ou deixaram de ter utilidade para o detentor (por exemplo, materiais agrícolas, domésticos, de escritório, de lojas, de oficinas, etc., postos de parte)
Q15	Resíduos de matérias, substâncias ou produtos contaminados provenientes de atividades de recuperação de terrenos
Q16	Resíduos de qualquer substância, matéria ou produto que não esteja abrangido pelas categorias acima referidas

Fonte: Tavares AMB, Pereira I.A. Análise comparativa da designação, definição e classificação de Resíduos Hospitalares em legislações da União Europeia⁶¹

Como não está explicitada nas categorias de resíduos apresentadas acima os resíduos de medicamentos citotóxicos pode-se supor que seu enquadramento seria na categoria Q16 “Resíduos de qualquer substância, matéria ou produto que não esteja abrangido pelas categorias acima referidas”.

A Comunidade Europeia (CE) produz anualmente cerca de 2 000 milhões de toneladas de resíduos, o que representou nos últimos seis anos um aumento de 10 % no volume de resíduos gerados pelos 27 Estados Membros da CE. Desse volume de

resíduos mais de 40 milhões são classificados como perigosos. Classificação essa que abrange os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos⁵⁹

Segundo Tavares⁶¹ esse aumento na geração de resíduos fez com que a lista de resíduos estabelecida pela Decisão da Comissão 94/3/CE fosse revista, sendo então publicada, em 3 de maio de 2000, uma nova lista, por meio da Decisão 2000/532/CE.

Na nova lista publicada pela Decisão 2000/532/CE há menção, ao termo *resíduos perigoso*, contudo ainda não são estabelecidos critérios de classificação, à serem adotados que classifique um resíduo como perigoso. Os critérios que classificam um resíduo como *perigoso* foram estabelecidos na Diretiva 91/689/CEE, de 12 de dezembro de 1991⁶⁰.

Esses critérios levam em conta a origem e composição do resíduo, as características e propriedades que tornam esse resíduo, por exemplo, irritante ao contato, tóxico para reprodução, carcinogênico e inflamável,. entre outras características e propriedades, apresentadas abaixo na Figura 11⁶⁰.

Figura 11

Características Atribuíveis aos Resíduos para Serem Classificados como Perigosos	
Categoria	Características dos Resíduos
H1	Explosivos: substâncias e preparações que possam explodir sob o efeito de uma chama ou que sejam mais sensíveis aos choques e aos atritos que o dinitrobenzeno.
H2	Combustíveis: substâncias e preparações que, em contacto com outras substâncias, nomeadamente com Substâncias inflamáveis , apresentam uma reacção fortemente exotérmica.
H3 A	Facilmente inflamável: substâncias e preparações: em estado líquido, cujo ponto de inflamação seja inferior a 21 graus Celsius (incluindo os líquidos extremamente inflamáveis) ou - que possam aquecer e inflamar-se ao ar, a uma temperatura normal, sem contributo de energia externa ou - sólidos que possam inflamar-se facilmente por uma breve acção de uma fonte de inflamação e que continuem a arder ou a consumir-se depois de afastada essa fonte, ou - gasosos que sejam inflamáveis ao ar, a uma pressão normal, ou - que, em contacto com a água ou o ar húmido, desenvolvam gases facilmente inflamáveis em quantidades perigosas.
H3 B	Inflamáveis: substâncias e preparações líquidas cujo ponto de inflamação seja igual ou superior a 21 graus Celsius e inferior ou igual a 55 graus Celsius.
H4	Irritantes: substâncias e preparações não corrosivas que, por contacto imediato, prolongado ou repetido com a pele ou as mucosas, possam provocar um reacção inflamatória
H5	Nocivos: substâncias e preparações cuja inalação, ingestão ou penetração cutânea possam ocasionar efeitos de gravidade limitada.
H6	Tóxicos: substâncias e preparações cuja inalação, ingestão ou penetração cutânea possam acarretar riscos graves, agudos ou crónicos e inclusivamente a morte (incluindo as substâncias e preparações muito tóxicas).
H7	Cancerígenos: substâncias e preparações cujas inalação, ingestão ou penetração cutânea possam provocar o cancro ou aumentar a sua frequência.
H8	Corrosivos: substâncias e preparações que, em contacto com tecidos vivos, possam exercer uma acção destrutiva sobre estes últimos.
H9	Infeciosos: matérias que contenham microrganismos viáveis ou suas toxinas, em relação aos quais se saiba ou haja boas razões para crer que causam doenças no homem ou noutros organismos vivos
H10	Teratogénicos: substâncias e preparações cujas inalação, ingestão ou penetração cutânea possam induzir deformações congénitas não hereditárias ou aumentar a respectiva frequência
H11	Mutagénicos: substâncias e preparações cujas inalação, ingestão ou penetração cutânea possam provocar defeitos genéticos hereditários ou aumentar a respectiva frequência.
H12	Substâncias e preparados que, em contacto com a água, o ar ou um ácido, libertem gases tóxicos ou muito tóxicos

Fonte: Diretiva 91/689/CEE⁶⁰

Devido às propriedades dos medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e radiofármacos, pode-se observar que eles enquadram-se, em relação as características atribuíveis, para serem classificados como perigosos em H6, H7, H10 e H11.

Os rejeitos de radioterápicos segundo o disposto na Diretiva 75/442/CEE, são regulamentados pela Comunidade Europeia de Energia Atômica EURATOM, que os define como rejeitos de baixos níveis. Os rejeitos de radioterápicos são definidos rejeitos radioativos e classificados como resíduos de tratamentos médicos como baixos níveis de radioatividade, pela Diretiva nº 96/29/EURATOM, de 13 de maio de 1996^{60,62}.

Nos EUA o *The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*⁶³ estabeleceu os critérios que devem ser adotados para classificar um resíduo como *perigoso*. Esses critérios levam em conta o potencial que o resíduo tem de se acumular nos tecidos de forma letal contribuindo para os processos de adoecimento de forma irreversível, ou que este resíduo represente perigo para a saúde humana e ao meio ambiente. Nessa definição não há menção à resíduos no estado líquido.

Os rejeitos de radioterápicos, nos EUA, são regulados pela *The US Nuclear Regulatory Commission (USNRC)*, pelo *Environmental Protection Agency (EPA)*, e pelo *Department of Transportation (DOT)*, cada uma em sua esfera de competência⁶⁴.

Esses rejeitos são classificados em relação aos demais radionuclídeos como *rejeitos com baixos níveis de radioatividade*⁶⁴

No Brasil o critério adotado para classificar um resíduo como *perigoso* foi estabelecido pela norma NBR 10.004/04²², onde foi levado em conta a propriedade física, química ou infecto contagiosa do resíduo, bem como a possibilidade desse ser inflamável, corrosivo, reativo, tóxico e patogênico.

No Brasil os rejeitos de radioterápicos são classificados pela CNEN³⁶ como com rejeitos radioativos.

2.4. Análise Comparativa das Definições e Classificações Adotadas para os Resíduos e para os Rejeitos

A existência de uma diferenciação na definição e na classificação dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e de rejeitos de radioterápicos, frente os demais resíduos de serviço de saúde, foi em dos aspectos estabelecidos na metodologia dessa dissertação como critério de comparação entre o manual da WHO⁶ e as legislações elaboradas e publicadas pela UE, EUA e Brasil.

Nos EUA o *The Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA)⁶⁴ estabeleceu uma definição para *resíduo perigoso*. Essa definição é associada a um resíduo no estado sólido capaz de provocar ou contribuir para a mortalidade ou agravamento de um estado de adoecimento de forma irreversível, ou que este resíduo represente perigo para a saúde humana e ao meio ambiente. Nessa definição não há menção à resíduos no estado líquido.

No que diz respeito à existência de uma definição explícita para o termo *resíduo perigoso*, que abranja um resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico, pode-se dizer que não foi encontrada no manual da WHO e nas legislações da EU, dos EUA e do Brasil. Contudo foram encontradas definições para o termo *resíduo perigoso* que se aplicadas a este tipo de resíduo leva a crer que pode ser definido como tal.

Considerando-se o citado acima, no decorrer dessa dissertação, será adotada para designar um resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico a expressão, *resíduo perigoso*.

A WHO, a UE e o Brasil estabeleceram critérios de classificação para denominar um resíduo como *perigoso*. Esses critérios são pautados em propriedades e características que tornam uma substancia tóxicas em razão de ter uma ou mais das seguintes propriedades: irritantes ao contato, mutagênica, teratogênica, carcinogênica, inflamável, corrosiva reativa e ecotóxica^{6,60,22},

Nos EUA apesar de existirem critérios de classificação, estabelecidos pelo EPA²⁰, à que deve ser submetido um resíduo para ser classificado como *perigosos*, também foi elaborado pelo EPA, listagens com nomes de substâncias e de materiais

cuja presença na composição de produtos faz com que seus resíduos sejam classificados como perigosos.

Essas listagens serão melhor detalhadas no capítulo seguinte.

Os rejeitos de radioterápicos são definidos como *rejeitos radioativos* e classificados pela WHO, UE, EUA e pelo Brasil *com baixo nível de radioatividade*.

Percebe-se que quanto aos critérios estabelecido para definir e classificar um resíduo como *perigoso* pode-se dizer que não há uma diferença substancial entre a WHO, a UE, os EUA e o Brasil, pois em todos foram adotados critérios de classificação que levam em conta as propriedades intrínsecas das substâncias.

Em relação aos rejeitos percebe-se que há também uma convergência entre as definições e classificações estabelecidas pela WHO, UE, EUA e Brasil.

2.5. Práticas de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos no Mundo e no Brasil

A escolha do processo de tratamento e da disposição final de um resíduo perigoso deve levar em conta a possibilidade de redução do risco para a saúde humana e para o meio ambiente, devendo ser priorizadas as tecnologias que diminuem a possibilidade de contaminação do lençol freático, as emissões de gases e material particulado tóxico para a atmosfera⁶.

Entende-se por tratamento, de forma genérica, qualquer processo manual, mecânico, físico, químico ou biológico que altere as características física, do resíduo, visando a minimização do risco à saúde, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e à saúde do trabalhador¹⁰.

O tratamento pode ser feito no estabelecimento gerador ou em outro local, devendo ser observadas as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento¹⁰.

Na Agenda 21, encontra-se como definição para os termos tratamento e disposição final o seguinte¹⁷:

- (...)
 - tratamento: transformação dos resíduos através de tratamentos físicos, químicos e biológicos;
 - disposição final: promoção de práticas de disposição final ambientalmente seguras;
 - recuperação de áreas degradadas: identificação e reabilitação de áreas contaminadas por resíduos;
 - ampliação da cobertura dos serviços ligados aos resíduos: incluindo o planejamento, desde a coleta até a disposição final

No manual elaborado pela WHO⁶ são mencionados como formas que podem ser adotadas como tratamento de resíduos de serviços de saúde a incineração, desinfecção química, tratamentos térmicos secos e úmidos e microondas.

No entanto a WHO⁶ recomenda como forma de tratamento para os resíduos perigosos a incineração. Mas devido à presença de cloro e de metais pesados na composição dos resíduos de serviços de saúde, que acarreta em emissões de gases tóxicos para a atmosfera, essa forma de tratamento vem perdendo a primazia de escolha frente a outros métodos que estão sendo desenvolvidos.

2.5.1. Tecnologias Existentes para Tratamento dos Resíduos Perigosos e dos Rejeitos

2.5.1.1. Incineração

A incineração é um processo de combustão controlada que transforma os resíduos em materiais inertes (cinzas e escórias) e gases. Consiste na oxidação total dos elementos combustíveis que contém o resíduo, a temperaturas entre 900°C a 1200°C em mistura com uma quantidade apropriada de ar por um período pré-determinado. Após a queima, os compostos orgânicos são reduzidos a seus constituintes minerais, principalmente, dióxido de carbono gasoso, vapor de água e sólidos inorgânicos (cinzas). Os equipamentos possuem no mínimo duas câmaras, uma de combustão e uma de pós-queima, que asseguram a completa incineração dos resíduos obtida pelo tempo de residência dos gases em altas temperaturas⁶⁵.

Tipos de Incineradores

a) Câmaras Cilíndricas: Utilizados em unidades de tratamento de resíduos de médio e grande porte. São equipamentos dotados de duas câmaras seqüenciais e lavador de gases incorporado para retenção de particulados⁶⁵.

b) Câmeras Múltiplas: Utilizadas em unidades de tratamento de resíduos de pequeno e médio porte. Na primeira câmara (câmara de combustão) e na segunda câmara (pós-queima), também dotada de queimador enriquecido com oxigênio, a chama que incide diretamente sobre os gases provenientes da combustão na primeira câmara garante a completa oxidação. A terceira e quarta câmaras proporcionam a mudança brusca do sentido da corrente gasosa, ocasionando a sedimentação dos materiais particulados⁶⁵.

c) Câmera Vertical: São incineradores com câmaras duplas ou triplas dispostos verticalmente. São adequadas para incineração de resíduos líquidos e gases residuais. Podem também operar simultaneamente com resíduos sólidos⁶⁵.

No manual da WHO⁶ é mencionada a possibilidade de uso de fornos de cimento e siderurgia para incineração de resíduos químicos e farmacêuticos. Essa opção teria a vantagem de não exigir investimentos adicionais de construção e os resíduos ainda serviriam de combustível para esses fornos.

Como vantagem do processo de incineração há a possibilidade de redução de até 95% do volume inicial de resíduo⁶⁵.

As desvantagens seriam os altos custos operacionais e de manutenção; dificuldade de queima de materiais com umidade; risco de contaminação do ar pela geração de dioxinas e furanos, substâncias sabidamente cancerígenas, que se formam no processo de queima, devido à presença de materiais clorados nos sacos de PVC (poli cloreto de vinil), e desinfetantes, havendo também a emissão de matérias particuladas como produtos da incineração^{6, 65}.

Outra desvantagem seria a composição das cinzas resultante do processo de incineração, havendo nelas presença de metais pesados, que acabam sendo depositados em aterros sanitários^{6, 65}.

Em relação a tratamento de resíduos genotóxicos e/ou radioativos, Cordovil⁶⁷ comenta que, em relação aos primeiros não apresentam eficiência, e em relação aos radioativos não afetam suas propriedades, se tratados antes de se aguardar o tempo de decaimento, podendo dispersar sua radiação.

2.5.1.2. Pirólise por Plasma

O processo de tratamento é semelhante à incineração e ocorre na ausência total ou quase total de oxigênio, não havendo oxidação. O processo associa as altas temperaturas geradas pelo plasma com a pirólise, que é a queima na ausência de oxigênio⁶⁶.

O plasma é uma forma especial de material gasoso que conduz eletricidade. É conhecido como o "quarto estado da matéria" (sólido, líquido, gasoso e plasma). No estado de plasma o gás atinge temperaturas extremamente elevadas que podem variar de 5 000 a 50 000 °C de acordo com as condições de geração⁶⁶.

O plasma é gerado pela formação de um arco elétrico, através da passagem de corrente entre o cátodo e ânodo, e a injeção de um gás que é ionizado, pode ser projetado sobre os resíduos⁶⁶.

As altas temperaturas atingidas levam à destruição imediata da matéria orgânica não havendo formação de dioxinas ou furanos. Os gases gerados durante o processo de decomposição por pirólise/plasma são depois enviados para uma estação de tratamento convencional, semelhante a dos incineradores⁶⁶.

Composições típicas das emissões gasosas do processo são: metano, monóxido e dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio e água⁶⁷.

Há a destruição total das moléculas orgânicas tóxicas, o único produto sólido obtido é um material inerte vitrificado, valorizável graças a possibilidade de uso em construções⁶⁶.

O processo apresenta vantagem do ponto de vista ambiental, pois elevadas temperaturas causam rápida e completa pirólise da substância orgânica, permitindo fundir e vitrificar certos resíduos inorgânicos, e os produtos vitrificados são similares a um mineral de alta dureza e o processo em geral permite reduções de volume extremamente elevadas, podendo ser superiores 99%⁶⁶.

Como desvantagens do processo pode-se citar: alto custo de investimento; o volume de gases inicialmente gerado é mais baixo do que na combustão convencional, mas depois da combustão o volume de gases produzidos, é idêntico ao de outras formas de incineração. Assim como na incineração, o sistema não dispensa um sofisticado sistema de lavagem de gases, para a retenção dos metais voláteis e de gases ácidos⁶⁶.

2.5.1.3. Microondas

É um dos processos físicos de esterilização. As microondas são definidas como as frequências que estão entre as ondas de rádio e as ondas de infravermelho, em um espectro eletromagnético. Elas aquecem os resíduos pré-fragmentados e umedecidos para gerar calor e liberar vapor. Esta combinação de microondas e mistura é necessária para produzir energia térmica que efetivamente trata (esteriliza, descontamina) os resíduos. Utilizado para resíduos contaminados biologicamente⁶⁶.

Como vantagem pode-se citar o fato de não produzir resíduos tóxicos ou contaminantes; pode ser feito o tratamento do resíduos na sua fonte de geração, podendo seus resíduos, ao final do processo, serem considerados resíduos comuns. São mais indicados para tratamento de resíduos biológicos⁶.

As desvantagens do processo são: esporos resistentes a altas temperaturas não são destruídos; não ocorre, durante o processo, redução do volume dos resíduos; risco de liberação de material tóxico volátil; não há possibilidade de tratamento de todos os tipos de resíduos de serviços de saúde⁶.

2.5.1.4. Radiação Ionizante

Outro processo físico de esterilização. Os resíduos são expostos à radiação gama (ou raios-g) gerados por uma fonte com o uso do radioisótopo Cobalto-60, que gera uma radiação potente e penetrante, inativando os microorganismos⁶⁶.

As vantagens seriam o uso de pouca energia e sua adequação quando usada para tratar materiais que não podem ser tratados termicamente. A fonte, o radioisótopo Cobalto-60, é sujeito a depreciação com o seu tempo de decaimento, devendo ser substituído e a exposição dos técnicos à radiação exige o uso de equipamentos de proteção adequados⁶⁶.

A desvantagens seriam por conta de ser processo oneroso, sua utilização implica na criação de unidades com proteção às emissões radioativas, sendo necessária a substituição da fonte, bem como de dispô-la de forma adequada após sua exaustão até que se dê o decaimento do radioisótopo⁶⁶.

2.5.1.5. Desativação Eletrotérmica

É um processo contínuo de tratamento em que há uma dupla trituração dos resíduos, seguida pela exposição a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, atingindo uma temperatura final entre 95°C e 98°C⁶⁶.

Como vantagens são apontadas a baixa emissão de efluentes de qualquer natureza, e a possibilidade de uso em processos de tratamento contínuos⁶⁶.

As desvantagens associadas ao processo ficam por conta do custo operacional alto, da redução do volume inicial do resíduo ocorrer apenas no processo de trituração. Não há garantia de descaracterização do resíduo, e de que todo ele ficaria exposto a ação dos raios eletromagnéticos⁶⁶.

2.5.1.6. Autoclavagem

É um processo de esterilização que consiste em tratamento físico ou químico que permite eliminar ou reduzir para níveis não nocivos agentes patogênicos pelo contato do material com vapor de água saturado a temperatura de 105°C a 150°C por um período de tempo que varia de acordo com as características do resíduo através de ciclos de compressão e de descompressão. O processo promove a destruição das bactérias que ocorre pela termocoagulação das proteínas citoplasmáticas⁶⁶.

As vantagens do processo são o custo operacional relativamente baixo associados a manutenção do equipamento relativamente fácil e de baixo custo; permite que os resíduos sejam tratados próximos à fonte geradora; não há emissão de efluentes gasosos e o efluente líquido gerado é estéril⁶⁶.

As desvantagens estão relacionadas à falta de garantias de que toda a massa de resíduo vai estar em contato com o vapor d'água, salvo se houver uma trituração prévia dos resíduos antes de se iniciar o processo de autoclavagem; não garante o tratamento de todos os tipos de resíduos de serviços de saúde; só haverá redução do volume de resíduo nos processos onde ocorre uma trituração prévia. Não há possibilidade de um processo contínuo de tratamento dos resíduos devendo este ser em batelada⁶⁶.

2.5.1.7. Desinfecção Química

A desinfecção química é utilizada rotineiramente para esterilizar equipamentos médicos, higienizar pisos e paredes, no entanto vem sendo usada em processos de tratamento de resíduos de serviços de saúde^{6, 66}.

Trata-se de um processo em que produtos químicos são adicionados aos resíduos de serviços de saúde biológicos para eliminar/inativar patógenos ou em resíduos de medicamentos citotóxicos para degradar/inativar estes resíduos, de forma a torná-los não tóxicos/não mutagênicos⁶.

É o processo de tratamento mais indicado para o tratamento dos resíduos líquidos, tais como sangue e demais fluidos biológicos, urina, fezes e esgoto hospitalar, resíduos tóxicos. No entanto, resíduos sólidos vêm recebendo esse tipo de tratamento^{6, 67}.

Como vantagens pode-se apontar a rapidez do processo, a significativa redução de volume e a transformação num resíduo inativado.

As desvantagens ficam por conta da limitação da sua aplicação a apenas alguns tipos de resíduos, a obrigatoriedade de armazenagem e utilização de produtos químicos,

e o fato de liberarem para o meio produtos gasosos obtidos pelas reações químicas que ocorrem durante o processo de desinfecção/inativação química devendo estes serem tratados^{6,66}.

O International Agency for Research on Cancer (IARC)⁶⁷, órgão da WHO, sediado em Lyon, França, coordena e realiza pesquisas sobre as causas de câncer humano, mecanismos da carcinogênese, e desenvolvimento de estratégias científicas para o controle do câncer.

O IARC⁶⁷ também pesquisa o desenvolvimento de métodos de tratamento de resíduos, que sejam complementares ao processo de incineração, para através da adoção desses métodos se inativar/degradar os princípios ativos desses medicamentos que os tornam tóxicos.

Esses métodos de tratamento podem ser usados nos procedimentos de limpeza de derramamentos de medicamentos ocorridos nos processos de manipulação e administração. Reduzindo-se assim os riscos ocupacionais de contaminação dos profissionais de saúde associados a esses processos⁶⁷.

Na pesquisa foi levado em conta o menor tempo de degradação/inativação e a capacidade da substância testada, nesse mesmo período de tempo, de não deixar resíduos mutagênicos após a degradação/inativação^{68,69,70,71}.

A eficiência dos métodos químicos de degradação/inativação foi monitorada por HPLC. A detecção da presença de substâncias mutagênicas e/ou cancerígenas nos resíduos após o processo de degradação foi feito com o Teste de Ames pelo método de mutação gênica reversa em *Salmonella typhimurium*^{68,69,70,71}.

Nas Figuras 12 e 13 são apresentadas substâncias químicas que podem ser usadas nos processos de degradação/inativação de resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos.

Figura 12

Princípios Ativos de Quimioterápicos Antineoplásicos e Métodos Químicos para Degradação e Inativação dos Seus Resíduos

Princípio Ativo	Método Químico de Degradação	Resultado	Método Químico Adicional para a Inativa da Mutagenicidade	Resultado
etoposídeo, teniposídeo, bleomicina, mitomicina C e metotrexato	Oxidação com $KMnO_4^*$ ou 5,25% Solução de $NaClO^{**}$	Degradado	Não foi Necessário	Inativado
ciclofosfamida e ifosfamida	Oxidação com $KMnO_4$ ou 5,25% Solução de $NaClO$	Degradado	Oxidação Nucleofílica de Substituição	Inativado
carmustina e lomustine	Oxidação com $KMnO_4$	Degradado	Oxidação Nucleofílica de Substituição	Não Inativado
Compostos contendo platina, cisplatina e CHIP***	Oxidação com $KMnO_4$ ou 5,25% Solução de $NaClO$	Degradado	dietilditiocarbamato de sódio (NaDDC)	Inativado

Fonte: Benvenuto et al⁶⁸, *Permanganato de Potássio, **Hipoclorito de Sódio, ***cis-trans-dicloro-dihidroxi-bis (isopropilamina) platina IV.

Figura 13

Classe Terapêutica de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e Métodos Químicos para Degradação e Inativação dos Seus Resíduos

Classe terapêutica dos Quimioterápicos Antineoplásicos			
Métodos Químicos	Antraciclina (aclaurubicina, daunorubicina, doxorubicina, epirubicina, idarubicina, e pirarubicina)	Alquilantes (ciclofosfamida, ifosfamida, e melfalana)	Classes terapêuticas diversas (tiotepa, amsacrina, azatioprina, asparaginase)
NaOCl a 5.25%	Degradação/inativação de todas as antraciclina, e resíduos não mutagênicos em menos de 1 hora de reação	Degradação/inativação de todos os alquilantes, e resíduos não mutagênicos em 1 hora de reação	Degradação/inativação de todas as classes terapêuticas diversas e resíduos não mutagênicos em 1 hora de reação
H₂O₂ a ≤30%	Degradação/inativação de todas as antraciclina, e resíduos não mutagênicos em menos de 1 hora de reação	Não ocorreu a degradação/inativação todos os alquilantes, e alguns resíduos permaneceram mutagênicos após 1 hora de reação	Não ocorreu a degradação/inativação de todas as classes terapêuticas diversas e alguns resíduos permaneceram mutagênicos após 1 hora de reação
Reagente Fenton*	Degradação/inativação de todas as antraciclina e resíduos não mutagênicos em menos de 1 hora de reação de 1 hora de reação.	Não ocorreu a degradação/inativação todos os alquilantes, e alguns resíduos permaneceram mutagênicos após 1 hora de reação.	Degradação/inativação de todas as classes terapêuticas diversas e resíduos não mutagênicos em 1 hora de reação.

Fonte: Castegnaro et al⁶⁹, Hansel et al⁷⁰, Barek et al⁷¹, * $FeCl_2$, $2H_2O$ a 0,3 g em 10 ml de H_2O_2 a 30%

As vantagens e desvantagens do processo de degradação/inativação RMQR são similares às obtidas com a desinfecção química, ou seja, a armazenagem e utilização de produtos químicos, a emissão durante de reação de produtos gasosos e a obtenção de um produto final que deve ser submetido à tratamento⁶.

Na Figura 14, abaixo, estão sintetizadas as tecnologias existentes para tratamento destes resíduos.

Figura 14

Tecnologias Existentes para Tratamento de Resíduos de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e de Rejeitos Radioativos

Tecnologias de Tratamento	Vantagens	Desvantagens
Incineração	Possibilidade de redução de até 95% do volume inicial de resíduo.	Alto custo, emissão de dioxinas e furanos; dificuldade de queima de materiais úmidos; presença de metais pesados nas cinzas; não é eficiente para o tratamento de resíduos genotóxicos; resíduos radioativos devem aguardar tempo de decaimento antes de serem tratados.
Pirólise por Plasma	Ocorre redução de 99% do volume inicial; a pirólise é rápida e completa em elevadas temperaturas; os resíduos inorgânicos são transformados em material vitrificado.	Alto custo; o volume de gases gerado no início do processo é mais baixo do que na combustão convencional, mas depois há aumento do volume de gases produzidos; há necessidade de sistema de lavagem de gases.
Microondas	Não produz resíduos tóxicos ou contaminantes; pode tratar os resíduos na sua fonte de geração; mais indicado para tratamento de resíduos biológicos.	Esporos resistentes a altas temperaturas não são destruídos; não há redução do volume dos resíduos; há risco de liberação de material tóxico volátil; não trata todos os tipos de RSS.
Radiação Ionizante	Uso de pouca energia e adequação de seu uso para tratar materiais que não podem ser tratados termicamente.	A fonte, o radioisótopo Cobalto-60, após fim de seu tempo de decaimento deve ser substituído; necessidade de uso de equipamentos de proteção para os técnicos que operam o equipamento.
Desativação Eletrotérmica	Baixa emissão de efluentes de qualquer natureza, e a possibilidade de uso em processos de tratamento contínuos.	Custo operacional alto; redução do volume inicial do resíduo apenas na fase de trituração. Não há garantia de descaracterização do resíduo, e de que todo ele fique exposto à ação dos raios eletromagnéticos.
Autoclavagem	Baixo custo operacional e de manutenção do equipamento; permite o tratamento na fonte geradora; não há emissão de efluentes gasosos, e o efluente líquido é estéril; mais indicado para tratamento de resíduos biológicos.	Não trata todos os tipos de RSS; não há do contato de toda massa de resíduo com o vapor d'água; necessidade de prévia trituração dos resíduos; não reduz o volume dos resíduos.
Desinfecção Química	Rapidez no processo de degradação/inativação dos resíduos; eficiência no tratamento de resíduos mutagênicos e/ou carcinogênicos; redução do volume.	Não trata todos os tipos de resíduos; demanda cuidados no armazenamento e na utilização de produtos químicos empregados no processo; os produtos gasosos liberados no processo devem ser tratados.

Fonte: World Health Organization Safe Management of Wastes from Health-Care Activities, 1999. Geneve⁶; Amost, SJ. Tratamento de Resíduos Sólidos - Curso de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde e de Tratamento de Água Para Hemodiálise⁶⁵; Cordovil LTBV. Estratégias para o Tratamento de Resíduos Hospitalares de Origem Animal⁶⁶; International Agency for Research on Cancer IARC⁶⁷.

Analisando-se o quadro acima percebe-se que apesar de já existirem processos tecnológicos desenvolvidos para o tratamento de resíduos, não há ainda um tipo único de tecnologia que se empregada promova de forma eficiente uma redução de 100% do volume do resíduo, e que degrade/inative os princípios ativos tóxicos desses resíduos.

Esse fato aponta para a possibilidade de uso associando de dois ou mais processos tecnológicos, para que através dessa associação se aumente o grau de degradação/inativação dos princípios ativos tóxicos desses resíduos.

Contudo veremos a seguir que a escolha e adoção de um ou mais processos de tratamento para esses os resíduos não está apenas vinculado ao desenvolvimento tecnológico de um país, mas também aos aspectos econômicos e sociais devem ser levados em conta na construção de políticas que objetivem estabelecer a obrigatoriedade de adoção de processos de tratamento desses resíduos e dos demais resíduos.

2.6. Tecnologias Recomendadas/Adotas para Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos.

No manual *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*⁶ há sugestões de tecnologias que podem ser adotadas como formas de tratamento para resíduos de serviços de saúde em geral, tais como, a incineração, que deve ser feita em temperatura superior à 1200°C, a decomposição química e o uso de microondas.

No manual há menção inclusive à experiência desenvolvida no Brasil na década de 80 relacionada ao uso de incineradores móveis em clínicas e hospitais para o tratamento no local de geração dos resíduos infectantes, o que eliminaria os riscos associados ao transporte desses resíduos para outros locais⁶.

De acordo com o manual, e baseado na experiência brasileira, poderia ser tratado um volume de 30 kg/hora de forma satisfatória, sem comprometimento no desempenho do processo e mantendo a qualidade do ar em relação às emissões de gases tóxicos⁶.

No entanto, o manual da WHO⁶ alerta que os resíduos de medicamentos citotóxicos, por serem altamente tóxicos não devem ser encaminhados para aterros sanitários ou lançados em esgotamento sanitário.

O manual sugere que em países com menos recursos financeiros os resíduos sejam reenviados aos produtores para que estes tratem e encaminhem para uma destinação final que não gerem danos ao meio ambiente nem agravos à saúde⁶.

Em relação aos rejeitos de radioterápicos a WHO⁶ sugere que deveriam ser empregados processos de tratamento por meio dos quais fossem reduzidos seus volumes, se aguardasse o tempo de decaimento do radionuclídeos e se alterasse a sua composição, nos casos dos rejeitos líquidos, através de processos de precipitação/filtração, sem mencionar uma forma específica de tratamento⁶.

O manual ressalta que as formas de tratamento deveriam ser estabelecidas por autoridades, em legislação nacional específica e que fossem de acordo com os níveis de radioatividade dos rejeitos⁶.

Observa-se que em relação aos resíduos de medicamentos citotóxicos a WHO⁶ sugere que sejam encaminhados para a incineração, e posterior destinação final que não gerem danos ao meio ambiente nem agravos à saúde.

Quanto aos rejeitos de radioterápicos sugere que se aguarde o tempo de decaimento e a adoção de processo onde ao final se tenham uma redução do volume do rejeito, nada mencionando sobre a disposição final de rejeito.

Analisando as informações apresentadas na Figura 14 percebe-se que os processos de tratamento de resíduo por incineração e pirólise por plasma são os que permitem maior redução do volume do resíduo, respectivamente 95% e 99%. Esse fato leva à supor que esses dois processos de tratamento estariam de acordo com o sugerido pela WHO⁶.

Em relação à Comunidade Europeia, há uma legislação comum, que estabelece a normatização à ser adotada como processo de tratamento para um resíduos perigoso. Contudo, cabe aos Estados Membros elaborarem nacionalmente legislação complementar a comunitária⁶¹.

A legislação comum da UE que estabelece como forma de processo de tratamento para os resíduos perigosos a incineração é a Diretiva 2000/76/CE, de 4 de dezembro de 2000. Nela também está incluída como forma de processo de tratamento para os resíduos não perigosos a incineração⁶⁰.

Ficam excluídas do âmbito de aplicação da diretiva supracitada as instalações de incineração de resíduos radioativos. Estes rejeitos são regulados em legislação própria que será abordada mais a frente⁶⁰.

A proposta da Diretiva 2000/76/CE era a prevenção ou redução, na medida do possível, da poluição causada pela incineração de resíduos, principalmente no que se refere as emissões de dioxinas, mercúrio e particulados provocadas pela incineração de resíduos⁶⁰.

Como exemplo dessa prática, podemos citar França⁷², Bélgica⁷³ e Portugal⁶¹. Estabeleceu-se através de legislação própria, desses países, que alguns resíduos de serviços de saúde, tais como produtos químicos, peças anatômicas, cadáveres de animais, medicamentos citostáticos, objetos cortantes e perfurantes não poderiam ser tratados por métodos de desinfecção.

A razão para o fato mencionado acima é que poderiam durante o processo de tratamento aumentar a sua toxicidade, em decorrência da formação de gases tóxicos e de produtos de reação não caracterizado, devendo estes serem incinerados, não podendo ser encaminhados sem tratamento para disposição em aterro sanitário municipal^{72,73,61}.

Existe um consenso entre os especialistas que os rejeitos de radioterápicos devem aguardar o tempo decaimento radioativo, específico para cada radionuclídeo, dentro de recipientes, em locais previamente preparados para recebê-los, sendo posteriormente encaminhados para tratamento de acordo com a característica e propriedades do radioterápico⁷⁴.

Dessa forma verifica-se que o processo de tratamento e a disposição final adotados nos Estados Membros da UE para os rejeitos de radioterápicos, após estes aguardarem o tempo de decaimento, é a incineração como processo de tratamento e a disposição em aterro sanitário como destinação final⁷⁴.

As urinas e fezes, após estocagem aguardando o tempo de decaimento do respectivo radionuclídeo, são descartadas na rede de esgoto. Os resíduos sólidos e líquidos gerados nas etapas de manipulação e administração aos pacientes dos radiofármacos, após aguardar o tempo de decaimento, seguem o mesmo tratamento dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos⁷⁴.

Quanto à disposição final a União Europeia por meio da Diretiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, do Conselho, publicou normas relativa à disposição de resíduos em aterro. São exigências técnicas para que ocorra a disposição de resíduos em aterros sanitários, de modo a evitar e reduzir, na medida do possível, os efeitos nocivos sobre o ambiente relacionados à disposição destes e incentivar a preservação, reciclagem e valorização dos resíduos, nos casos possíveis⁶⁰.

Na Diretiva mencionada acima partir da classificação do tipo de resíduos em resíduos urbanos, perigosos, não perigosos, inertes, defini-se o tipo de aterro onde o resíduos será encaminhado para disposição. Os aterros são classificados em três categorias⁶⁰.

- 1) Aterros para resíduos perigosos;
- 2) Aterros para resíduos não perigosos;
- 3) Aterros para resíduos inertes.

Para evitar qualquer perigo é definido um procedimento uniforme de admissão dos resíduos nos aterros, que é⁶⁰.

- Os resíduos devem sofrer um tratamento prévio antes de serem depositados em aterro;
- Os resíduos classificados como perigosos por satisfazerem os critérios da diretiva que trata de resíduos perigosos devem ser encaminhados para um aterro de resíduos perigosos.
- Os aterros para resíduos não perigosos devem ser utilizados para os resíduos urbanos e para os resíduos não perigosos.
 - Os aterros para resíduos inertes serão utilizados exclusivamente para resíduos inertes.

Ficando claro também na Diretiva 1999/31/CE os tipos de resíduos que não devem ser encaminhados para disposição em aterros, que são os seguintes resíduos⁶⁰.

- Os resíduos líquidos;
- Os resíduos inflamáveis;
- Os resíduos explosivos ou inflamáveis;
- Os resíduos infecciosos provenientes de estabelecimentos hospitalares ou clínicas;
 - Os pneus usados, salvo exceções;
 - Qualquer outro tipo de resíduos que não satisfaça os critérios de admissão definidos no Anexo II.

Também existe na Diretiva 2000/76/CE⁶⁰, que trata da incineração de resíduos, uma preocupação com as emissões de gases durante o processo de incineração e com a

disposição final dos filtros usados nos incineradores, devendo estes serem depositados em aterros.

Os resíduos resultantes do processo de incineração são depositados em aterros urbanos⁶⁰.

Nos EUA os resíduos classificados como *perigosos* são organizados nominalmente em quatro listas elaboradas pelo EPA²⁰. Os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos compõem a lista P.

O RCRA, através do EPA, determinou que os resíduos perigosos devem ser submetidos à incineração em altas temperaturas como processo de tratamento não podendo estes serem dispostos em aterros sanitários sem antes serem incinerados²⁰.

O licenciamento dos incineradores são regulamentados pelo Regulated Medical Waste (RMW)⁶³.

Smith⁷⁵ destaca que na lista P constam apenas o nome de sete medicamentos de quimioterápicos antineoplásicos, indicando que o tema não estar bem regulamentado pelo RCRA.

Ainda segundo Smith⁷⁵ há um consenso por parte da indústria farmacêutica e dos gestores dos estabelecimentos assistências de saúde de que todos estes resíduos devem ser classificados como resíduos perigosos. Sendo adotadas as recomendações do EPA, no que se refere ao processo de tratamento e disposição final, dos resíduos de medicamentos de quimioterápicos antineoplásicos não nominados na lista P.

No tocante aos rejeitos radioativos nos EUA esses rejeitos são regulamentados por três agencias de governo, o US Nuclear Regulatory Commission (USNRC), o Environmental Protection Agency (EPA), e o US Department of Transportation (USDOT), cada uma em sua esfera de competência⁶⁴.

O EPA²⁰ regulamenta o processo de tratamento. Esse deve ser desenvolvido de forma à garantir a proteção do meio ambiente e da saúde humana. No caso o processo

de tratamento adotado é aguardar o tempo de decaimento e ao final desse tempo encaminhar o rejeito/resíduos para a incineração.

O USNRC⁶⁴ regulamenta a disposição final, e pode ser encontrada no Code of Federal Regulations (CFR) 10 CFR 20.2001-20.2006 (USNRC, 1991a) e no 10 CFR Part 61.1-61.84 (USNRC, 1983), sendo essa disposição final feita em aterro sanitário.

Cabe também ao USNRC⁶⁴ o licenciamento das empresas que executam os processos de tratamento e disposição final dos rejeitos de radioterápico.

O USDOT regulamenta os assuntos pertinentes ao transporte dos rejeitos e licencia as empresas transportadoras⁶⁴.

Sendo assim o processo de tratamento dos RMQR, após estes últimos aguardarem o tempo de decaimento nos EUA, é a incineração, e a disposição final é feita em aterro sanitário.

No Brasil, segundos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE²³, com base nas respostas das dadas sobre limpeza urbana, coleta de lixo e tipos de disposição final, apresentados nas Tabelas 4 e 5, podemos perceber que em relação aos municípios que responderam há um número substancial de municípios não tratam seus resíduos de serviços de saúde (33,8%).

Analisando-se os dados das Tabelas 4 e 5 pode-se supor que a queima de resíduos à céu aberto ainda representa um opção de tratamento dos resíduos de serviços de saúde para 46,5% dos municípios que responderam à pesquisa.

Tabela 4

Tipos de Tratamentos de Resíduos de Serviços de Saúde adotados no Brasil	
Tipo de Tratamento do Resíduo de Serviço de Saúde	Nº de Municípios que adotam o tratamento
Incineração	589
Microondas	21
Forno	147
Autoclave	22
Queima à céu aberto	1086
Outros	471
Não tratam	1193
Universo de Municípios que informaram	3529
Nº de Municípios Existente no País = 5.057	

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2000²³.

Tabela 5

Tipos de Disposição Final de Resíduos de Serviços de Saúde Adotados no Brasil	
Número Total de Municípios no Brasil em 2000	5057
Número de Municípios que Declararam Realizar Disposição Final de RSS	3028
Tipo de Disposição Final do Resíduo de Serviço de Saúde	Nº de Municípios que adotam o Tipo de Disposição Final do Resíduo de Serviço de Saúde
Lixão junto com os demais resíduos urbanos	1616
Aterro junto com os demais resíduos urbanos	873
Aterros de Resíduos Especiais Municipais	377
Aterros de Resíduos Especiais Terceirizados	162

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2000²³

Apesar de haver uma divergência das formas de tratamento dos resíduos de serviços de saúde entre os dados do PNSB e os apresentados pela ABRELPE, uma das possibilidades para tal é que não há dados atualizados IBGE/PNSB ao contrario da ABRELPE.

Quanto aos tipos de disposição final adotados no Brasil (Tabela 5), percebe-se que a disposição dos resíduos de serviços de saúde em lixões junto com os demais resíduos urbanos ainda predomina em 49 % dos municípios que oferecem o serviço público de coleta.

Os processos de tratamento e disposição final dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos são mencionados nas Resoluções CONAMA nº358/05¹⁰ e RDC nº 306/04³⁹, contudo não há nas duas legislações uma explicitação quanto ao tipo específico de processo de tratamento que deve ser adotado.

As legislações acima limitam-se a estabelecer que o processo de tratamento adotado deve ser específico para o resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico, ficando a critério do gerador a escolha do processo. O gerador, segundo consta ainda na Resolução RDC nº 306/04³⁹, pode optar por não tratar o resíduo, apenas dispô-lo em aterro sanitário

Se o gerador optar em submeter o resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico a um processo de tratamento a disposição final após este processo deve ser em aterro sanitário¹⁰.

No que se refere ao tratamento dos resíduos no estado líquido de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos a Resolução RDC nº 306/04³⁹ estabelece que é obrigatório o tratamento desses resíduos, sendo proibida a disposição em aterro sanitário sem o prévio tratamento.

Quanto aos rejeitos de radioterápicos devem primeiro aguardar o final do tempo de decaimento. Após o término desse tempo recebem classificação similar a dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, devendo ser adotado o mesmo processo de tratamento destes^{10,39}.

Percebe-se que para a legislação no que diz respeito ao processo de tratamento, após tempo de decaimento, e a disposição final dos RMQR acabam sendo iguais.

2.7 Análise das Viabilidades Técnica, Econômica, Sanitária e Social Nacionais para os Processos de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos e dos Rejeitos.

Com base nos critérios estabelecidos na metodologia para o desenvolvimento da análise comparativa entre os processos tratamento e disposição final dos resíduos e dos rejeitos, frente os demais resíduos de serviços de saúde, adotados na OMS, na UE, no EUA e no Brasil foi feita a seguinte análise comparativa.

Nas Tabelas 4 e 5 pode-se perceber que a oferta de serviços de tratamento e disposição final para todos os resíduos de serviços de saúde feita pelos municípios ainda é precária.

No Brasil um número expressivo de municípios (1193) ainda não trata os resíduos de serviços de saúde, quer sejam estes de origem tóxica ou infectante. Esse municípios adotam como forma de tratamento a queima a céu aberto (1086) (Tabela4) e a disposição final em lixões (Tabela 5).

Com o desenvolvimento da indústria farmacêutica, produzindo novas drogas que podem ser usadas no combate aos vários tipos de câncer, acarretou também um aumento do nível de toxicidade dos resíduos desses medicamentos¹⁴.

A consequência disso foi que instituições de pesquisa incrementaram suas buscas por métodos de degradação/inativação dos princípios ativos dos resíduos medicamentos citotóxicos, como uma forma de minimizar os danos aos profissionais que manipulam esses medicamentos e auxiliar como um processo coadjuvante da incineração¹⁴.

Os aspectos legais relacionados às formas de tratamentos dos RMQR serão detalhadas no capítulo seguinte dessa dissertação.

Verifica-se ainda com base na Tabela 1, onde é apresentada uma classificação da taxa de coleta, tipo de regulação e tratamento de resíduos urbanos relacionados ao PIB

per capita, que os países de maior renda são os que têm maiores taxas de coleta de resíduos. No caso seriam a UE e os EUA.

Esses países demonstram uma maior preocupação com a área ambiental, como será visto no capítulo seguinte. São as agências ambientais desses países que elaboram e implementam políticas públicas que regulamentam o processo de tratamento dos resíduos perigosos e os rejeitos.

Ainda em comparação com o Brasil, que tem um menor PIB *per capita* em relação os países da UE e dos EUA, estes últimos investem mais no desenvolvimento e no aprimoramento de novos processos tecnológicos para tratamento dos resíduos perigosos e dos rejeitos que sejam ambientalmente sustentáveis, por exemplo, o processo de incineração.

Para os países da UE e dos EUA a adoção do processo de incineração é também uma possibilidade de geração de energia.

Essa colocação acima pode ser exemplificada através da taxa de unidades de incineração em alguns países da UE são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6

País	População (milhões)	Resíduo Urbano (milh.t/ano)	Número Unidades de incineradores	% de Resíduo Urbano Incinerado
Suíça	7	2,9	29	79
Japão	123	44,5	1893	72
Dinamarca	5	2,6	32	65
Suécia	9	2,7	21	59
França	56	18,5	100	41
Holanda	15	7,1	9	39
Alemanha	61	40,5	51	22

Fonte: ABRELPE¹⁹.

Apesar de não ter sido encontrado dados disponíveis referentes aos EUA pode-se com os dados encontrados de outros países tecer algumas considerações.

Percebe-se, exceto pelo Japão, que todos os outros países que aparecem na Tabela 6 integram a UE, e além de adotar a incineração como um processo de tratamento para os resíduos e para os rejeitos, os resíduos urbanos também são submetidos à esse processo de tratamento.

Cabe mencionar que o aproveitamento da energia gerada no processo de incineração auxilia esses países no aumento do tempo de vida útil de suas reservas de matérias primas energéticas em decorrência da redução da demanda pelo uso dessas matérias primas⁶⁵.

A incineração representa ainda uma possibilidade de redução do volume final do resíduo, e conseqüentemente uma disposição de menor volume final no aterro sanitário, aumentando o tempo de vida útil do aterro sanitário⁶⁵.

Em contra partida a construção de um sistema de incineração exige do país desenvolvimento tecnológico e recurso financeiro⁶⁵.

Uma unidade de incineração deve ser equipada com dispositivos que reduzam os níveis de poluição ambiental tais como filtros de manga, lavadores de gases, ciclones e precipitadores eletrostáticos para captação e tratamento dos gases tóxicos (CO, CO₂, SO₂, HCl, HF), dos vapores de metais pesados (Pb, Hg, Cd, Cr, Cu, etc.), óxidos metálicos (Ni, Fe, Co, etc.) e particulados gerados durante o processo⁶⁵.

Deve contar ainda com sistema de tratamento para os lodos, cinzas e as descargas dos sistemas de limpeza do ar e da água necessárias ao andamento do processo de incineração. Esses resíduos também são considerados resíduos perigosos, mesmo que contenham apenas pequenas quantidades de compostos orgânicos e metálicos⁶⁵.

As cinzas e os lodos devem ser tratados e dispostos em um aterro seguro, de forma a não representar riscos de contaminação das águas subterrâneas, e as águas residuárias devem ser testadas e tratadas adequadamente antes de seu lançamento, de acordo com as recomendações dos órgãos de controle ambiental⁶⁵.

Há ainda a questão do uso de EPI que devem ser fornecidos pelo empregador aos trabalhadores que atuam junto ao processo de incineração e à disposição final dos resíduos e dos rejeitos, pois estes estão sujeitos à riscos de acidentes ou de adquirirem doenças relacionadas ao processo de trabalho¹³.

A obrigatoriedade dessa oferta de EPI pelo empregador pode estar contribuindo para um aumento dos custos relacionados ao processo de tratamento de resíduos por incineração.

Essa disposição dos resíduos em lixões resulta em problemas ambientais tanto de possibilidade de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela ação do chorume, quanto pela formação de vetores, que tem como consequência a transmissão de doenças.

Dados do PIB *per capita*, apresentados na Tabela 1, onde é apresentada uma classificação da taxa de coleta, tipo de regulação e tratamento de resíduos urbanos relacionados ao PIB *per capita*, serve como base para uma correlação entre os países com menor e maior PIB *per capita*, e as formas de disposição final dos resíduos perigosos adotados por esses países.

Observa-se que nos países de maior PIB *per capita*, como os EUA, e os que integram a UE, se comparados com os de menor PIB *per capita*, como o Brasil, a adoção da disposição final para os resíduos de serviços de saúde perigosos ou não é em aterro sanitário.

Os aterros sanitários são soluções ambientalmente adequadas para a disposição final dos resíduos urbanos, e dos resíduos e principalmente dos resíduos tóxicos após o processo de incineração.

Seu princípio construtivo inclui a impermeabilização do solo, através de mantas geralmente de polietileno de alta densidade (PEAD), sobre uma camada de solo compactado, evitando assim a contaminação do solo pelo chorume (líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo).

Deve ser feito também o recobrimento da célula onde se dispõem os resíduos, com uma camada de terra, como forma de reduzir o contato dos resíduos com vetores e auxiliar no processo de decomposição dos resíduos.

O aterro sanitário deve contar ainda com a instalação de dispostos coletores para a captura do biogás originados da decomposição dos resíduos e drenos para a coleta do chorume, uma vez que estes resíduos são poluentes e devem ser tratados adequadamente.

A captura do biogás (mistura gasosa de CO₂/ dióxido de carbono e CH₄ /metano, produzido naturalmente pela ação de bactérias, em meio anaeróbico, que decompõem a matéria orgânica presente nos resíduos), tem se tornado economicamente viável por duas motivações: a geração de energia elétrica para consumo próprio do aterro e venda do excedente; a obtenção de créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) com a redução das emissões de metano (CH₄).

A queima do biogás gera créditos de carbono, ainda que a queima do metano tenha como resultado a emissão de dióxido de carbono (CO₂), o potencial de contribuição deste para o aquecimento global é cerca de vinte e uma vezes inferior ao potencial do metano.

Já a disposição em lixões de resíduos, podendo os resíduos serem tóxicos ou não tóxicos, se caracteriza pela simples descarga do resíduos sobre o solo, a céu aberto, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Essa disposição acarreta em problemas de saúde tais como: proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos, etc), geração de maus odores.

Os problemas ambientais são principalmente, a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, que infiltrado no solo compromete os recursos hídricos, resultando na poluição de poços no entorno desses lixões provocando endemias e desenvolvendo surtos epidêmicos.

Há por parte dos países de maior PIB *per capita* uma política ambiental nacional, regulamentada por suas agências de proteção ambiental, que normaliza a construção, e as medidas de operação dos aterros sanitários^{20,21}.

A instalação e a operação de um aterro sanitário requerem um custo alto de investimento que nem sempre os governantes dos países com um menor PIB *per capita* têm ou estão dispostos em arcar.

No caso do Brasil, segundo dados que constam do estudo para instalação e operação de aterros sanitários, feito pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), a pedido da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE), o custo de construção de um aterro sanitário são da ordem de R\$ 525,8 milhões para um de grande porte (2 mil toneladas/dia de lixo); R\$ 236,5 milhões para um de médio porte (800 toneladas/dia); e R\$ 52,4 milhões para um de porte pequeno (100 toneladas/dia)⁷⁶.

Esses aterros sanitários têm em média 42 anos de ciclo de vida, dos quais só 20 permitem que o aterro sanitário receba resíduos. Não foi considerado no estudo encomendado pela ABETRE à FGV o aproveitamento do biogás e receita com crédito de carbono⁷⁶.

De acordo com a ABETRE⁷⁶, as etapas de encerramento e pós-encerramento de aterros sanitários, que duram 20 anos ou mais, representam de 7% a 8% do custo total do empreendimento.

A ABETRE⁷⁶ estima que os custos relacionados as etapas de encerramento e pós-encerramento de aterros sanitários costumam ser subestimados e desconsiderados nos orçamentos públicos, o que distorce a apuração dos custos dos serviços totais de instalação de um aterros sanitário o que pode levar à insuficiência de verbas para assegurar operações minimamente adequadas no futuro.

Esse estudo da FGV-SP aponta que o custo de resíduo por habitante/ano é de R\$ 13,67 para os grandes, R\$ 15,80 para os médios e R\$ 18,58 para os pequenos⁷⁶.

Os custos com o terreno representam de 10% a 15% do investimento inicial, podendo chegar a 30% e 40% se ficar em área mais valorizada. A etapa de operação é a mais complexa e representa o maior custo, em torno de 87%⁷⁶.

Ainda em relação aos países de menor PIB *per capita*, como o Brasil, deve ser analisado também o aspecto social relacionado a existência de lixões, notadamente nas regiões Norte e Nordeste do país.

A presença de lixões nessas regiões pode representar para uma parcela da população de menor renda e mão de obra não qualificada (catadores e sucateiros) uma atividade atraente para garantir a renda dessa parcela da população. No entanto os lixões também são usados para disposição dos RMQR.

CAPITULO 3- ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS

A atual consciência sobre a importância da preservação do meio ambiente chamou a atenção sobre um problema antigo: o destino dos resíduos de serviços de saúde, e em especial os resíduos tóxicos².

Essa consciência por parte da sociedade e das autoridades de saúde e meio ambiente fez com que os resíduos de serviços de saúde passassem a receber diretrizes através de legislações e normas para que o tratamento e disposição final dos resíduos adotassem métodos que minimizem o risco à saúde pública e ao meio ambiente².

A questão dos resíduos é de absoluta contemporaneidade e de importância indiscutível, mas seu estudo representa um desafio de interdisciplinaridade².

Independentemente de qual seja a atividade geradora do resíduo deve ser adotada na sua gestão a responsabilidade objetiva, ou seja, quem gerou o resíduo é responsável pelo mesmo².

3.1. Organização Mundial de Saúde

A OMS, foi fundada em 7 de abril de 1948, subordinada à Organização das Nações Unidas (ONU), como uma agência internacional especializada em promoção de políticas internacionais objetivando elevar os padrões mundiais de saúde e bem-estar⁶.

Suas atividades são exercidas por meio da Assembléia Mundial da Saúde, e é composta por Representantes de seus 193 Estados Membros, que promovem encontros anuais para estabelecerem resoluções que abranjam questões referentes à saúde humana⁶.

Possui ainda um Conselho Executivo, formado por 34 especialistas na área de saúde, eleitos por um período de três anos pela Assembléia de Saúde. A OMS conta também com vários parceiros, incluindo outros comitês da ONU, Organizações não Governamentais (ONGs) e instituições privadas⁶.

Em 1999, a OMS publicou, o Manual o *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*, onde especialistas reunidos da área de saúde compilaram informações, dispostas na forma de diretrizes, para a gestão dos resíduos de serviços de saúde com base na análise da saúde e dos riscos ambientais associados às nove classes de resíduos originados nos estabelecimentos de saúde e serviços de apoio⁶.

O objetivo da OMS com a publicação do Manual é que as diretrizes propostas pudessem servir de fonte de orientação para profissionais de estabelecimentos de saúde, organizações e governos na adoção de práticas de gestão de resíduos de serviços de saúde, incluindo a apresentação de tecnologias de tratamento e disposição final, de forma à reduzir os riscos para o meio ambiente e a saúde humana⁶.

Na elaboração do referido manual foram levados em conta influencias culturais, sociais e econômicas relacionadas à gestão desses resíduos, cabendo as autoridades dos países adotarem o processo de tratamento e disposição final de acordo com o desenvolvimento de suas capacidades técnicas, econômicas, culturais e sociais⁶.

Contudo o manual da OMS recomenda como processo de tratamento para os RMQR, após estes aguardarem o tempo de decaimento, a adoção de dois processos associados o processo de decomposição química, pois ao final desse processo os princípios ativos que tornam essas substâncias tóxicas se tornam inócuas e a posterior incineração⁶

Quanto à disposição final é recomendada a disposição dos resíduos em aterro sanitário⁶

3.2. União Europeia

Nos primeiros anos da construção da União Europeia, na década de 50, as questões relativas ao ambiente não constituíam uma prioridade importante para os poderes públicos, e atores econômicos locais²¹.

Contudo, a partir da década de 70 os Governos dos Estados Membros reconheceram a importância do ambiente no quadro da expansão econômica, e no da melhoria da qualidade de vida, e passaram a considerar as questões que envolviam ambiente como prioritária, devendo a política ambiental ser discutida em bloco pelos Estados Membros²¹.

A necessidade de proteção do meio ambiente e da saúde humana, incluindo os aspectos ocupacionais relacionados aos profissionais de saúde, levou ao desenvolvimento de uma legislação comum na área de meio ambiente, à nível da União Europeia, devendo serem transpostas a níveis nacionais de acordo com as realidades dos países, mas sempre acatando as diretrizes estabelecidas pela legislação comum²¹.

As legislações que são comuns da UE recebem denominações de Diretivas ou Resoluções e de Decisões. Em princípio, é a Comissão Europeia que propõe a nova legislação, mas são o Parlamento e o Conselho que a adota. Segue a diferenciação legal dos dois atos⁶⁰:

•**Decisão:** Podem ser aprovadas pelo Conselho da União Europeia apenas, ou pelo Conselho juntamente com o Parlamento Europeu ou só pela Comissão. A Decisão é o ato por meio do qual as instituições comunitárias deliberam sobre casos específicos. Através de uma decisão, as instituições podem exigir que um Estado Membro ou um cidadão da União Europeia aja ou se abstenha de agir, conferir-lhe direitos ou impor-lhe obrigações⁶⁰.

•**Diretiva:** Aprovada pelo Conselho da União Europeia, juntamente com o Parlamento, ou apenas pela Comissão, a diretiva dirige-se aos Estados-Membros. O seu principal objetivo reside na aproximação das legislações entre os Estados Membros⁶⁰.

Caso um Estado Membro não transpuser a Diretiva para sua legislação nacional, ou se o fizer de forma incompleta, os interessados podem invocar diretamente a Diretiva em questão elaborada pela UE nos tribunais nacionais⁶⁰.

A codificação da legislação é feita se mencionado primeiro o ano de sua publicação, posteriormente é informada a numeração do ato, e por último sua origem podendo ser do Conselho da União Europeia, do Parlamento ou da Comissão⁶⁰.

No intuito de harmonizar as legislações dos Estados Membros da União Europeia, foi publicada a Diretiva 75/442/CEE (Conselho Economico Europeu), de 15 de Julho de 1975, do Conselho da União Europeia, que apresenta a primeira versão do Catálogo Europeu de Resíduos (CER)⁶⁰.

O Catálogo Europeu de Resíduos (CER) pretende ser uma nomenclatura de referência, capaz de fornecer uma terminologia comum válida em toda a Comunidade, e tem por objetivo melhorar a eficácia das diversas atividades de gestão de resíduos. Em relação a este ponto, o CER deverá tornar-se a referência de base do Programa comunitário de estatísticas sobre resíduos⁶⁰.

A Diretiva 75/442/CEE também definiu alguns termos, podemos destacar, entre outros, os termos “resíduo“, “produtor“, “detentor“, “gestão“, “eliminação“, “aproveitamento” e “recolha“, bem como estabeleceu diretrizes relacionadas à gestão de resíduos⁶⁰.

Essa diretiva é de especial importancia para a gestão de resíduos na UE, pois em seu bojo traz recomendações de ações, estratégias e medidas que devem ser adotadas pelos Estados Membros relacionadas à coleta, transporte, aproveitamento e eliminação de resíduos com o objetivo de proteção ao meio ambiente e a saúde humana⁶⁰.

A Diretiva 75/442/CEE, estabelece que deve haver autorização, por parte do poder público, para as empresas recolher, tratar, armazenar e proceder a destinação final dos resíduos, devendo sempre que possível haver o reaproveitamento do resíduo para minimizar os custos do tratamento, e nos casos onde não há essa possibilidade os custos devem ser arcados pelo gerador aplicando-se o principio do “poluidor-pagador”⁶⁰.

No entanto, a elaboração e publicação de legislações específicas, para a gestão de resíduos perigosos, só ocorreram na década de 90, iniciando-se com a publicação da Diretiva 91/686/CEE, de 12 de dezembro de 1991, que estabeleceu diretrizes para a gestão de resíduos perigosos, propondo uma classificação de resíduos por categorias⁶⁰.

O critério adotado pelos Estados Membros da União Europeia para definir um resíduo como perigoso, e que consta da Diretiva 91/689/CEE de 1991⁶⁰, leva em conta características que podem ser atribuídas às substâncias que as tornam, por exemplo, tóxicas, carcinogênicas, teratogênicas, mutagênicas, corrosivas, irritantes ao contato, entre outras.

Contudo a publicação da Diretiva 91/689/CEE, e dos critérios que nela constam voltados para a classificação dos resíduos como perigosos não invalidaram o CER publicado na Diretiva 75/442/CEE⁶⁰.

Posteriormente foi publicada por meio da Decisão 94/3/CE, de 20 de Dezembro de 1993, da Comissão Europeia, uma lista de resíduos, em cumprimento ao disposto na Diretiva 75/442/CEE do Conselho da União Europeia, que incumbia a Comissão Europeia de elaborar a referida lista harmonizada com o disposto no Catálogo Europeu dos Resíduos⁶⁰.

Em relação aos resíduos classificados como perigosos pela Diretiva 91/689/CEE, e com base em seus anexos I e II, foi publicada a Decisão 94/904/CE, de 22 de dezembro de 1994, por meio dela foi dada publicidade a uma lista de resíduos perigosos. Sendo usado como critério de inclusão de resíduos nessa lista o valor de concentração acima dos quais confere uma ou mais características à substância de inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, irritabilidade, carcinogenicidade, tóxica para reprodução e mutagenicidade⁶⁰.

Sempre no sentido de promover uma harmonização das legislações tanto da UE como um todo quanto dos Estados Membros, em relação aos resíduos perigosos, foi publicada a Decisão 2000/532/CE (Comunidade Europeia), de 3 de maio de 2000, que substituiu a Decisão 94/3/CE⁶⁰.

A Decisão 2000/532/CE estabeleceu uma nova lista de resíduos, mas permaneceu como critério inclusão de uma substância na lista o valor de concentração acima do qual confere uma ou mais características à substância de inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, irritabilidade, carcinogenicidade, tóxica para reprodução e mutagenicidade⁶⁰.

A publicação da Decisão 2000/532/CE, trouxe também uma nova lista de resíduos perigosos. O objetivo dessa nova lista era de estabelecer valores limites de concentração de resíduos, que lhes conferiam características classificando-os como *resíduos perigosos*. O texto da Decisão 2000/532/CE menciona que podem ser incluídas nela, posteriormente, novas substâncias com características perigosas⁶⁰.

O Conselho de Ministros do Ambiente da União Europeia apesar de reconhecer os progressos da gestão de resíduos obtidos com a publicação da CER, bem como de sua posterior adequação, detetou a necessidade de uma maior harmonização na definição das terminologias e na aplicação de normas comunitárias que melhor estabelecem critérios de classificação de periculosidade para as substâncias e de seus resíduos⁶⁰.

Nesse sentido foi elaborado pela área de Ambiente dos Estados Membros um lista em substituição ao Catálogo Europeu de Resíduos sendo denominada Nova Lista Europeia de Resíduos (LER) aprovada pelas Decisões da Comissão 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE, de 1 de janeiro de 2001, mas harmonizada com o disposto na Diretiva 75/442/CEE⁶⁰.

O atual CER, implementado pela Diretiva 2001/118/CE, de 16 de Janeiro de 2001, em seu artigo 2º estabelece que as substâncias para serem classificadas como perigosas devem ser avaliadas quanto a sua concentração presente no resíduo em questão, nesse critério incluem-se as substâncias carcinogênicas, mutagênicas e tóxicas para reprodução (teratogênicas)⁶⁰.

A Diretiva 94/31/CEE, de 27 de Junho de 1994, estabeleceu que cada Estado Membro deveria adaptar sua legislação através de regulamentos e atos administrativos para atender ao disposto na LER informado à Comissão imediatamente após a publicação desses atos normativos. Essa Diretiva foi complementar à Diretiva 91/689/CEE⁶⁰.

A LER é dividida em 20 capítulos, e o critério adotado para a divisão da LER em capítulos é a origem de geração de resíduos, cada capítulo é identificado por uma codificação de dois dígitos⁶⁰.

Os capítulos por sua vez são divididos por sub-capítulos mantendo-se para tal o critério de origem de geração dos resíduos que passam a ser identificados por códigos com quatro dígitos⁶⁰.

Com a finalidade de estabelecer um maior critério para segregação dos resíduos e melhor gerenciamento foi elaborado um novo detalhadamente da classificação dos resíduos. Aos sub capítulos foi acrescida uma codificação com mais dois dígitos, perfazendo um número total de seis dígitos. Esse conjunto de seis dígitos recebeu a denominação *Códigos LER*, devendo essa codificação ser adotada por todos os Estados Membros⁶⁰.

Na LER os resíduos de serviços de saúde compõem o capítulo 18. São denominados “*RESÍDUOS DA PRESTAÇÃO DE CUIDADOS DE SAÚDE A SERES HUMANOS OU ANIMAIS E/OU INVESTIGAÇÃO RELACIONADA (excepto resíduos de cozinha e restauração não provenientes directamente da prestação de cuidados de saúde)* “. Os resíduos de produtos químicos contendo, ou que são compostos por substâncias perigosas, e os produtos de medicamentos citostáticos recebem a codificação 18 01 06* e 18 01 08* respectivamente. O asterisco (*) significa que o resíduo é considerado perigoso⁶⁰.

Cabe informar que os agentes quimioterápicos usados em tratamentos antineoplásicos pertencem à classe terapêutica dos fármacos citoestáticos⁵¹.

Conforme mencionado, a UE possui uma classificação de referência, constituída pela LER, objetivando uniformizar os critérios para a classificação de resíduos nos países da UE, e definir as linhas estratégicas de gestão dos vários tipos de resíduos. Contudo os estados membros através de suas legislações nacionais fazem uma transposição da lista objetivando facilitar a gestão dos diversos tipos de resíduos⁶⁰.

Com o aumento da produção de substâncias químicas tóxicas pelas indústrias localizadas nos estados membros, e as pressões ambientais devido à Globalização, a

política ambiental da UE foi reformulada. Essa reformulação se deu para que passe a incorporar ações de preservação ao meio ambiente e de proteção à saúde humana⁵⁹.

Em decorrência dessas alterações foi publicada a Decisão 2006/12/CE, de 5 de abril de 2006, alterando a Diretiva 75/442/CEE. O objetivo dessa nova decisão era de estabelecer novas diretrizes para a proteção da saúde humana e do ambiente contra os efeitos nocivos do coleta, transporte, tratamento, armazenamento e o disposição final do resíduos em geral⁶⁰.

A incineração de resíduos, neles incluídos os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos foi publicada a Diretiva 2000/76/CE, de 4 de dezembro de 2000, onde foram estabelecidas regras que deveriam ser adotadas para os processos de incineração e co-incineração de resíduos, objetivando elevar o nível de proteção do ambiente e da saúde humana⁶⁰.

Quanto a disposição final a União Europeia por meio da Diretiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, do Conselho, publicou normas relativa à disposição de resíduos em aterro. Por meio dessa diretiva foram estabelecidas exigências técnicas relacionadas a disposição de resíduos em aterros. Essa disposição deveria ocorrer de modo a evitar e a reduzir, na medida do possível, os efeitos nocivos sobre o ambiente⁶⁰.

A Diretiva Diretiva 1999/31/CE estabeleceu também que a disposição final de uma resíduo em aterro deveria além de obedecer a classificação do resíduos estar de acordo com o tipo de aterro sanitário. Os aterros são classificados em três categorias⁶⁰:

- 1) Aterros para resíduos perigosos;
- 2) Aterros para resíduos não perigosos;
- 3) Aterros para resíduos inertes.

Ficando claro também na Diretiva 1999/31/CE os tipos de resíduos que não devem ser encaminhados para disposição em aterros sanitários, que são os seguintes resíduos⁶⁰:

- Os resíduos líquidos;
- Os resíduos inflamáveis;

- Os resíduos explosivos ou inflamáveis;
- Os resíduos infecciosos provenientes de estabelecimentos hospitalares ou clínicas;
- Os pneus usados, salvo exceções;
- Qualquer outro tipo de resíduos que não satisfaça aos critérios de admissão definidos no Anexo II.

No entendimento de que o principal objetivo de uma política de resíduos que sejam eles urbanos, hospitalares e industriais consiste em se tentar minimizar os impactos negativos de sua produção e gestão para a saúde humana e o ambiente, o Parlamento e o Conselho da União Europeia elaboraram e publicaram a Diretiva 2008/98/CE, de 19 de novembro de 2008⁶⁰.

A Diretiva 2008/98/CE estabeleceu novas disposições para resíduos perigosos, de forma complementar a Diretiva 2006/12/CE, de 5 de abril de 2006, estabelecendo requisitos essenciais para uma política de resíduos, voltada para a prevenção e a gestão destes, como por exemplo, a obrigação de um estabelecimento, ou uma empresa que proceda a gestão de resíduos estar licenciada, ou registrada, e a obrigatoriedade dos Estados-Membros de elaborarem planos de gestão de resíduos⁶⁰.

No que diz respeito aos resíduos de radioterápicos, classificados como resíduos radioativos, segundo o disposto na a Diretiva 75/442/CEE, de 15 de Julho de 1975, do Conselho da União Europeia, no item 1.i do artigo 2º ficam excluídos do campo de aplicação da Diretiva citada os resíduos radioativos. Estes são regulamentados EURATOM, instituída em 1956, inicialmente com a adesão da Alemanha, Bélgica, França, Itália, Luxemburgo e Países Baixos, mas que hoje abriga os 27 Estados_Membros da UE⁶².

Esse fato ficou estabelecido pelo acórdão C-21/96 do Tratado da EURATOM, que estabeleceu regulamentação sobre os resíduos radioativos, neles incluídos os resíduos originados nas instalações dos hospitais e clínicas e nos tratamentos médicos com uso de material radioativo, o que se enquadram os rejeitos de radioterápicos⁶².

Os Estados Membros com uma periodicidade estabelecida de três anos devem apresentar à Comissão Europeia um relatório relativo ao cumprimento do disposto na Diretiva 1991/31/CE⁶⁰.

Por meio desse relatório os estados membros mantêm a Comissão Europeia informada sobre gestão de seus resíduos. Inclui-se na gestão de um resíduo as etapas de tratamento e disposição final. Essa deliberação da Diretiva 1991/31/CE se aplica todos os tipos de resíduos, exceto os de rejeito radioativo, pois são de responsabilidade da EURATOM⁶².

O instrumento padronizado na UE para o repasse das informações relativas ao disposto na Diretiva 1991/31/CE, foi estabelecido por meio da Decisão 2000/738/CE, de 17 de Novembro de 2000. Trata-se de um questionário de preenchimento obrigatório pelos Estados Membros de UE⁶⁰.

Esse procedimento de quantificar, classificar e registrar os resíduos produzidos na UE foi ao longo dos anos sendo aprimorados através da publicação da Resolução 97/C76/01, e das Diretivas 91/689/CEE e 75/442/CEE⁶⁰.

Atualmente a Diretiva 2008/98/CE⁶⁰, do Parlamento Europeu e do Conselho em 19 de novembro de 2008 publicou uma nova versão dos formulários para envio dos dados referentes á gestão de todos os resíduos. Os rejeitos de radioativos, neles incluídos os rejeitos de radioterápicos continuam à serem regulados pela EURATOM permanecendo de fora desse inventário.

A Diretiva 2008/98/CE⁶⁰ estabeleceu um modelo de formulário, padronizado, para os Estados Membros tabularem as informações com os dados sobre a geração, tratamento e disposição final.

Na UE estima-se que cada doente internado produza mais de 1 kg de resíduos hospitalares contaminados por via biológica e/ou química e/ou radioativa por dia⁷⁷.

Como exemplo dos custos relativos ao processo de tratamento dos resíduos de serviços de saúde pode-se citar Portugal. Esse processo de tratamento é feito por uma

associação de empresas com razão social de Serviços de Utilização Comum dos Hospitais (SUCH)⁷⁷.

Segundo estimativas da SUCH⁷⁷ em Portugal os custos com o processo de tratamento de resíduos perigosos, que inclui os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, por incineração variam entre 0,75 centavos de euro à 3 euros por metro cúbico.

Observa-se que no cálculo desse custo também está incluído o transporte do resíduo desde o local de sua geração até incinerador, q quanto mais distante maior serão os custos com esse transporte

No que tange a uma política da UE para o tratamento dos resíduos perigosos, incluindo RMQR, percebe-se que ficou estabelecido em legislação comunitária que esses resíduos citados devem ser obrigatoriamente submetidos ao processo de incineração.

Cabe ressaltar que em alguns estados membros, como a França e a Bélgica, em etapa anterior ao processo de tratamento por incineração submetem os resíduos de quimioterápicos a um processo de degradação/inativação de seus princípios ativos^{72,73}.

Esse procedimento leva a crer que talvez o objetivo desse tratamento para degradação/inativação seja de tratar o resíduos em sua fonte de geração, minimizando assim a possibilidade de acidentes ocupacionais no armazenamento do resíduo ainda dentro do estabelecimento de saúde ou no seu transporte até o local de incineração.

3.3. Estados Unidos da América

Na década de 70 ocorreu a aprovação pelo Congresso Americano e a publicação da Lei de Recuperação e Conservação dos Recursos - *Public Law 94-580 - The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)* ⁶³, de 21 de outubro de 1976, que alterou a Lei de Disposição de Resíduos Sólidos — *Solid Waste Disposal Act- SWDA*. Esse ato representou um primeiro esforço do Congresso Americano para estabelecer uma estrutura reguladora que contemplasse a gestão dos resíduos sólidos e perigosos.

A RCRA dispunha sobre a proteção da saúde humana e do meio ambiente no processo de eliminação de resíduos, e da economia de energia e recursos naturais, ficando também estabelecido que o tratamento/disposição em aterros sanitários deveria ser, sempre que possível, preterido em favor de outro tipo de tratamento⁶³.

A RCRA⁶³ está dividida em dois subtítulos, o C que dispõem sobre a regulamentação dos resíduos perigosos e o D, que estabelece a regulamentação sobre a gestão dos resíduos não perigosos.

A RCRA estabelece as seguintes definições para resíduo sólido e resíduo perigoso, *in verbis*, que podem ser encontradas no *Code of Federal Regulation* (CFR) no título 40 parte 261 subparte D, em vigência, como⁶³:

“Resíduo sólido: enquadram-se nesta definição quaisquer resíduos ou refugos, os lodos provenientes de estações de tratamento de água, materiais nos estados sólido, semi-sólido ou gasoso originados de processos de tratamento de controle de poluição que sejam resultantes de atividades industriais, comerciais, de mineração, agrícola e de atividades urbanas.”

Resíduo Perigoso: a) é um resíduo sólido capaz de provocar ou contribuir significativamente para o aumento da mortalidade ou o aumento de casos de agravos à saúde que sejam irreversível ou que causem a incapacidade no caso de agravos reversíveis;

b) é um resíduo sólido que apresenta um perigo em potencial à saúde humana ou ao meio ambiente, quando não tratado, armazenado, transportado e eliminado de uma forma diferenciada dos demais resíduos sólidos.

O Congresso Americano delegou ao *Environmental Protection Agency* (EPA) e ao *United States Department of Transportation* (USDOT), de acordo com suas esferas de competência técnica, a regulamentação sobre a gestão dos resíduos⁸¹.

Ao EPA coube regulamentar os seguintes itens⁶³:

- 1) critério a ser adotado e aplicado a cada substância e/ou resíduo para classificá-lo como não perigoso ou perigoso dos resíduos perigosos e elencá-lo em lista;

- 2) manifesto de resíduo, obrigatório, a ser submetido ao geradores com a finalidade de rastrear o resíduo desde o ponto de geração até sua destinação final;
- 3) estabelecimento de normas mínimas de segurança para as unidades de tratamento, armazenamento e disposição final, bem como estabelecer os critérios de proibição e liberação de disposição final em aterros sanitários.

Ao USDOT, como já mencionado anteriormente, coube regulamentar o transporte do resíduo perigoso através de um manifesto de transporte, obrigatório, a ser submetido ao transportador⁶³.

Os manifestos preenchidos pelo gerador e pelo transportador teriam por finalidade integrar um sistema de rastreamento do resíduo perigoso desde o local de sua geração até sua destinação final⁶³.

Cabe mencionar que a regulamentação dos resíduos não perigosos, constantes do Subtítulo D da RCRA, também foi feita pelo EPA. A disposição dos resíduos em aterros sanitários, como a exemplo dos resíduos perigosos, também deveria ter a permissão do EPA, sendo expressamente proibida sua disposição sem conhecimento do órgão⁶³.

O EPA, para atender a legislação e a delegação de competência que lhe foi atribuída pelo Congresso, elaborou quatro listas para alocar os vários tipos de resíduos classificados como perigosos⁶³.

No critério adotado pelo EPA, para classificar uma substância e/ou seu resíduo como perigoso foi o seguinte⁶³:

- 1) o potencial que a substância e/ou seu resíduo apresenta de acumulação nos tecidos, de ser letal ou fatal para os seres humanos, sua possibilidade de causar ou de contribuir significativamente para um aumento do número de casos graves e irreversíveis, de tal forma que torne o ser humano incapaz.

Estes resíduos são identificados por estudos de exposição dérmica e os realizados por inalação em ratos, coelhos e camundongos⁶³.

- 2) sua persistência e degradabilidade na natureza, suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

Estes critérios de identificação dos resíduos podem, quando assim forem exigidos, serem revistos⁶³.

Sendo assim, as quatro listas existentes para possível inclusão das substâncias e/ou resíduos são⁶³:

- lista F – Contempla os resíduos gerados em diferentes atividades industriais não havendo um ramo industrial específico como gerados dos resíduos;
- A lista K – Contempla resíduos gerados em indústrias que são especificadas na norma, são resíduos de uma fonte específica;
- As listas P e U – abrangem produtos químicos específicos puros ou em formulações industriais tendo como origem, por exemplo, as indústrias farmacêuticas ou de produção de agrotóxicos. As substâncias que compõem a lista P são as classificadas como altamente tóxicas, letais mesmo em doses baixas ou que podem causar doenças irreversíveis. A lista U é composta por substâncias tóxicas, mas também inclui substâncias químicas corrosivas e inflamáveis.

Levando-se em conta o critério adotado pelo EPA, para inclusão de uma substância como pertencente as listas P ou U, e as propriedades que os medicamentos antineoplásicos apresentam de serem mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos podemos argumentar que estes fármacos, bem como seus resíduos seriam enquadrados com pertencentes à estas listas

Posteriormente, na década de 80 depois que resíduos hospitalares, chegaram em diversas praias da costa leste dos EUA, aumentaram as preocupações da autoridades americanas com as questões relacionadas aos tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e os riscos potenciais que esses resíduos representavam à saúde humana e ao meio ambiente⁷⁹.

Esse fato levou o Congresso Americano a aprovar a *Public Law 100-582 - Medical Waste Tracking Act (MWTA)*⁷⁹, em 22 de janeiro de 1988, publicada em 24 de junho de 1989, como uma emenda a RCRA. O MWTA é um regulamento técnico que

dispunha sobre a gestão dos resíduos de serviços de saúde, em geral desde que não fossem de origem radioativa, que teve a vigência de dois anos.

Ela foi primeira lei nos EUA que tratou especificamente do monitoramento dos resíduos de serviços de saúde⁷⁸.

Sendo aplicada em princípio apenas em New York, New Jersey, Connecticut e Rhode Island, além de Puerto Rico no ano de 1991⁷⁸.

As autoridades locais de Meio Ambiente destes Estados, onde ocorreu a aplicação da *Public Law* 100-582, poderiam propor adequações à MWTA para melhor adequação local⁷⁸.

A MWTA classifica como resíduos de serviços de saúde os seguintes resíduos⁷⁸:

- 1) meios de cultura associados a agentes infectantes;
- 2) materiais provenientes de autópsia, incluindo tecidos, órgãos, peças anatômicas;
- 3) sangue humano, incluindo fluidos corpóreos, plasma;
- 4) materiais perfurocortantes;
- 5) carcaças de animais ou partes que tenham tido contato com agentes infectantes ou que tenham sido usados por laboratórios de pesquisa;
- 6) paramentação usada em autopsias onde durante o processo se tenha verificado a presença de agente infectante;
- 7) resíduos de laboratórios patológicos, comerciais, industriais e outros que tenham tido contato com agentes infectantes, incluindo as de paramentação;
- 8) materiais e equipamentos usados em diálise;
- 9) quaisquer materiais ou equipamentos descartáveis que tenham tido contato com agente infectante;
- 10) quaisquer materiais ou equipamentos descartáveis, provenientes de áreas de isolamento de seres humanos ou de animais
- 11) qualquer outro material usado no tratamento de pacientes que possa vir a causar danos à saúde humana ou ao meio ambiente.

Na MWTA ficou estabelecido que caberia ao EPA definir as normas relacionadas à gestão desses resíduos tendo um prazo de dois anos para elaborar e implementar um programa de monitoramento do resíduos de serviços de saúde⁷⁸.

Os resultados obtidos com este monitoramento deveriam ser apresentados ao Congresso Americano, servindo de base para a proposição de novas leis, alteração das já existentes, bem como na formulação de ações que contemplasse a gestão destes resíduos, buscando reduzir seus impactos da saúde pública e no meio ambiente⁷⁸.

Quanto ao tipo de tratamento dos resíduos, o MWTA/EPA considera que na escolha do processo de tratamento devem ser levadas em conta as características do resíduo, tais como corrosividade, inflamabilidade, reatividade, toxicidade e a potencialidade do resíduo de causar danos ao meio ambiente⁷⁸.

O tipo de tratamento escolhido deve ser capaz de modificar as características físicas, químicas e biológicas do resíduo em questão, tornando-o ao final do processo seguro para o armazenamento, transporte e disposição final ou quando possível recuperar o resíduo para reutiliza-lo⁷⁸.

O processo de tratamento de resíduo considerado mais comum pelo MWTA/EPA é a incineração, devendo ser usado tanto no tratamento de resíduo perigoso quanto para a redução de volume de resíduo não perigoso⁷⁸.

Apesar do MWTA/EPA recomendar a adoção dos seguintes tipos de processo de tratamento para os resíduos infectantes: 1) incineração e autoclavagem, podendo ser feitas tanto internamente quanto externamente; 2) microondas; 3) processos mecânicos e químicos; o MWTA/EPA argumenta que: *“é necessário se manter aberta a possibilidade de adoção de novos processos de tecnologia que surjam, voltados para o tratamento de resíduos, desde que comprovem sua capacidade de redução dos doenças causadas pelos resíduos médico⁷⁸”*.

Devendo também, por medida de precaução, serem submetidos a processo de tratamento os resíduos originados de atendimentos emergenciais⁷⁸.

O MWTA/EPA recomenda ainda o estudo da viabilidade de recuperação da energia gasta no processo de tratamento do resíduo, afim de que não haja desperdício dos recursos naturais⁷⁸.

Fay²⁹, na década de 90, considera que a preocupação com a gestão e a disposição final dos resíduos perigosos e infectantes, nos Estados Unidos, vêm se tornando uma das principais preocupações da sociedade americana. Sugere ainda que deveria haver um maior engajamento da sociedade no monitoramento da gestão destes resíduos.

Smith⁷⁵, em 2003, destacou que nos Estados Unidos as empresas que atuavam no seguimento de recolhimento, tratamento e destinação final de resíduos de medicamentos quimioterápicos, prestando serviço para estabelecimentos de saúde vinham optando cada vez mais por incinerar esses resíduos.

Smith⁷⁹, em 2004, faz duras críticas ao RCRA por não atualizar desde 1976, ano de publicação da lista de resíduos de medicamentos considerados perigosos, o que faz com que apenas conste nesta lista o nome de oito medicamentos quimioterápicos, cujos resíduos são perigosos sendo proibida sua disposição em aterros sanitários por estabelecimentos de saúde ou outros estabelecimentos comerciais.

Cabe ainda mencionar ainda que nos Estados Unidos da América o *The Centers for Diseases Control* (CDC), em conjunto com o EPA, são responsáveis pela regulamentação dos resíduos perigosos biomédicos que contêm agentes infecciosos e com a presença de microorganismos patogênicos⁷⁸.

Os rejeitos radioativos são regulamentados por três agências de governo, o US Nuclear Regulatory Commission (USNRC), o Environmental Protection Agency (EPA), e o US Department of Transportation (USDOT), nas suas esferas de competência, já explicitadas no capítulo dois⁶⁴.

Assim como na UE, nos EUA os geradores de resíduos perigosos, são obrigados anualmente por meio de dispositivo legal, que constam na RCRA, a entregar anualmente ao EPA e ao USDOT um conjunto de formulários e relatórios com os dados sobre o volume de resíduo gerado, o tratamento e a disposição final desses resíduos⁸⁰.

Observa-se que no caso dos rejeitos radioativos, que incluem os rejeitos de radioterápicos, esses formulários de preenchimento e envio obrigatório devem ser entregues também ao USNRC, que é a Comissão reguladora dos rejeitos de radioterápicos e os USDOT^{64,80}.

3.4. Brasil

No Brasil, a preocupação com os resíduos sólidos, chamados na época de lixo, teve início em meados dos anos 50, com a publicação no ano de 1954 da Lei Federal nº 2.312, de 03 de setembro, que dispõe, sobre as normas gerais de defesa e proteção à saúde. No *caput* de seu artigo 12 encontramos⁸¹:

(...) A coleta, o transporte e o destino final do lixo deverão processar-se em condições que não tragam inconvenientes à saúde e ao bem estar público, nos termos da legislação a ser baixada.

Observa-se que na década de 50 o termo resíduo sólido era um termo geral que definia todos os resíduos, independente de suas origens (domiciliar, hospitalar, industrial) e de seu estado físico (sólido, semi-sólido ou líquido).

Segundo Machado⁸¹ aguardava-se que o Decreto nº 49974-A de 21 de janeiro de 1961, que regulamentou essa lei federal, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, trouxesse maiores esclarecimentos.

Contudo o Decreto nº 49974-A não passou da repetição da Lei Federal nº 2.312. Apesar disso introduziu como uma de suas diretrizes, em seu artigo 40, o seguinte: “A coleta, o transporte e o destino do lixo, processar-se-ão em condições que não tragam malefícios ou inconvenientes à saúde, ao bem estar público e à estética⁸¹”.

Cabe mencionar que a Lei Federal nº 2.312/54 permaneceu em vigor até sua revogação na década de 90 pela publicação da Lei Federal 8080 de 19 de setembro de 1990⁸¹.

Na década de 70 foi criada através do Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), órgão subordinado ao Ministério do Interior (MINTER)⁸².

Por solicitação da SEMA, o MINTER, elaborou a Portaria MINTER nº 53⁸³, de 01 de março de 1979, que dispõe sobre o controle dos resíduos sólidos, provenientes de todas as atividades humanas, como forma de prevenir a poluição do solo, do ar e das águas.

A referida Portaria, em seus considerandos, já mencionava a contínua deterioração das áreas utilizadas para depósitos ou vazadouros de lixo ou resíduos sólidos. Devendo, no interesse da qualidade da vida, serem extintos os lixões, vazadouros ou depósitos de lixo a céu aberto, no menor prazo possível⁸³.

A Portaria MINTER nº 53/79⁸³ determinava que os resíduos sólidos de natureza tóxica, bem como os que continham substâncias inflamáveis, corrosivas, explosivas, radioativas e outras consideradas prejudiciais, deveriam sofrer tratamento ou acondicionamento adequado no local de sua produção e nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle da poluição e de preservação ambiental, ou seja, o acondicionamento ou tratamento dos resíduos deveria ser feito no local de geração do resíduo.

O caput do inciso X, da Portaria MINTER nº 53/79, e suas alíneas, dispõem que, *in verbis*⁸³:

(...)X - Os resíduos sólidos ou semi-sólidos de qualquer natureza não devem ser colocados ou incinerados a céu aberto, tolerando-se apenas:

- a) a acumulação temporária de resíduos de qualquer natureza, em locais previamente aprovados, desde que isso não ofereça riscos à saúde pública e ao meio ambiente, a critério das autoridades de controle da poluição e de preservação ambiental ou de saúde pública;
- b) a incineração de resíduos sólidos ou semi-sólidos de qualquer natureza, a céu aberto, em situações de emergência sanitária.

Em relação ao disposto na Portaria MINTER nº 53/79, encontramos ainda em seu artigo XII o seguinte, *in verbis*⁸³:

(...)XII - Nos planos ou projetos de destinação final de resíduos sólidos devem ser incentivadas as soluções conjuntas para grupos de municípios, bem como soluções em reciclagem e reaproveitamento racional desses resíduos.

A Portaria Portaria MINTER nº 53/79 veio balizar o controle dos resíduos sólidos no País, seja de natureza industrial, domiciliar, de serviços de saúde, entre outros⁸³.

Em relação à incineração de resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos, originados dos estabelecimentos assistenciais de saúde, e os submetidos a processo de esterilização por radiações ionizantes a Portaria MINTER nº 53/79 determinava que, *in verbis*⁸³:

Artigo VIII - São excluídos da obrigatoriedade de incineração os resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos e submetidos a processo de esterilização por radiações ionizantes, em instalações licenciadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

A Portaria MINTER nº 53/79⁸³ também tinha como um dos seus objetivos a regulamentação de projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, ficando estabelecido que a fiscalização da implantação, operação e manutenção desses projetos, estariam sujeitos à aprovação do órgão estadual de controle da poluição e de preservação ambiental, devendo ser enviadas, à SEMA, cópias das autorizações concedidas para os referidos projetos.

No início da década de 80, por meio da Lei nº 6938⁸⁴, de 31 de agosto de 1981, foi instituída a Política Nacional do Meio Ambiente, e também estruturado o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

A estrutura do SISNAMA é⁸⁴:

- Órgão Superior: O Conselho de Governo;
- Órgão Consultivo e Deliberativo: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA);
- Órgão Central: Ministério do meio Ambiente (MMA);
- Órgão Executor: O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);

- Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

A finalidade do CONAMA, como órgão consultivo e deliberativo, era assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

O CONAMA desde sua criação tem estabelecidos Resoluções especificamente para assegurar o adequado gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde⁸⁴.

Com a promulgação da Constituição Federal em 1988, a questão dos resíduos sólidos, passaram a ser matéria constitucional relativa ao meio ambiente e a saúde. Sendo estabelecida a competência comum nas três esferas de governo a federal, a segundo o disposto nos artigos 23 e 200, *in verbis*⁸⁵:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

(...)VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas

.....

Art. 200 determina que ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos termos da lei:

(...) IV – participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico;

(...)VIII – colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho

Como concretização do disposto na nova Constituição ao ser criada a Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA, órgão vinculado ao Ministério da Saúde, através da Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999⁸⁶, que também define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, nos incisos III e IV de seu artigo 7º, dispõem que compete à Agência, entre outros:

(...)IV - estabelecer normas e padrões sobre limites de contaminantes, resíduos tóxicos, desinfetantes, metais pesados e outros que envolvam risco à saúde;(...)

Entre as competências da ANVISA expressas na Lei 9.782, também podemos encontrar a regulamentação, o controle e a fiscalização dos produtos e serviços que envolvam risco à saúde pública, do artigo 8º podemos destacar os seguintes parágrafos e incisos⁸⁶:

(...)§ 1º Consideram-se bens e produtos submetidos ao controle e fiscalização sanitária pela Agência:

I - medicamentos de uso humano, suas substâncias ativas e demais insumos, processos e tecnologias;

(...)IX - radioisótopos para uso diagnóstico in vivo e radiofármacos e produtos radioativos utilizados em diagnóstico e terapia;

(...)§ 2º Consideram-se serviços submetidos ao controle e fiscalização sanitária pela Agência, aqueles voltados para a atenção ambulatorial, seja de rotina ou de emergência, os realizados em regime de internação, os serviços de apoio diagnóstico e terapêutico, bem como aqueles que impliquem a incorporação de novas tecnologias.

§ 3º Sem prejuízo do disposto nos §§ 1º e 2º deste artigo, submetem-se ao regime de vigilância sanitária as instalações físicas, equipamentos, tecnologias, ambientes e procedimentos envolvidos em todas as fases dos processos de produção dos bens e produtos submetidos ao controle e fiscalização sanitária, incluindo a destinação dos respectivos resíduos.

§ 4º A Agência poderá regulamentar outros produtos e serviços de interesse para o controle de riscos à saúde da população, alcançados pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

Sendo assim, compete ao Poder Público no âmbito federal, estadual, distrital e municipal, das áreas de meio ambiente e saúde, fiscalizar e controlar as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, fixando normas, diretrizes e procedimentos a serem observados por toda a coletividade⁸⁵.

A Constituição também determina no inciso V, do artigo 30 que compete aos municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, que têm caráter essencial⁸⁵.

Compete então ao poder municipal a prestação do serviço de limpeza pública, entendido como de caráter essencial, incluindo a varrição, coleta, transporte e o destino final dos resíduos sólidos gerados pela comunidade local, no que diz respeito primordialmente à saúde pública e à degradação ambiental⁸⁵.

Até a segunda metade do século passado havia um entendimento, por parte da população e do poder público, de que os resíduos sólidos urbanos deviam ser dispostos em áreas alagadas, nos mangues, encostas, beiras de rios e estradas, bem distantes das áreas nobres residenciais⁸⁷.

Contudo, atualmente, sabe-se tanto no plano legal como no técnico, que a disposição de resíduos nestas áreas causam danos à saúde e ao meio ambiente. As três esferas de governo vêm buscando alternativas tecnológicas e de concepção para o adequado manejo dos resíduos sólidos⁸⁷.

Já no início da década de 90 algumas iniciativas foram surgindo, por meio de emendas parlamentares destinadas a financiar a coleta e o tratamento de resíduos⁸⁷.

Ainda como consequência da promulgação da nova Constituição de 1988 foi publicada na área da saúde a Lei Federal nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, que regulamentou o art. 200 da Constituição Federal, e que dispõe entre outros assuntos sobre as condições para a promoção, proteção, recuperação da saúde, organização e funcionamento dos serviços correspondentes⁸⁷.

Esta Lei conferiu ao SUS, além da promoção da saúde da população, a participação na formulação da política e, na execução de ações de saneamento básico e de proteção ao meio ambiente⁸⁷.

Lei 8.080, afirma que⁸⁸:

(...)A saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais; os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do País. (art. 3º, “caput”).

A saúde ambiental não ficou restrita só à demarcação de áreas de competência administrativa, mas evoluiu sensivelmente para a constitucionalização de um direito a

um meio ambiente sadio⁸⁸.

O CONAMA, através da publicação da Resolução CONAMA nº 6⁸⁹, de 19 de Setembro de 1991, que revoga os artigos da Portaria MINTER nº 53/79⁸³ que obrigava 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 internacionais⁸⁸.

Posteriormente com a publicação da Resolução CONAMA nº 5⁹⁰, de 5 de agosto de 1993, que se aplicava aos resíduos sólidos gerados em portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, foram revogados os itens da Portaria MINTER nº 53/79⁸³ que dispunham sobre os resíduos oriundos dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

A Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰, em seu anexo I, estabeleceu uma classificação para os resíduos sólidos, sendo criado 5 grupos, *in verbis*:

Grupo A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meambiente devido a presença de agentes biológicos.

Grupo B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e aoambiente devido às suas características químicas.

Grupo C: rejeitos radioativos: enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.

Grupo D: resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Os resíduos sólidos classificados como pertencentes ao grupo B pela Resolução CONAMA nº 5/93, no qual se enquadram os resíduos de medicamentos quimioterápicos, deveriam ser submetidos a tratamentos e disposição final específicos, de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, segundo exigências do órgão ambiental competente⁹⁰.

Percebe-se no parágrafo acima que não há menção na legislação de um tipo específico de processo de tratamento que deva ser adotado pelo gerador do resíduo. Essa

indefinição de menção a um processo de tratamento pode dar margem a escolha de um processo de tratamento que talvez não se apresente de forma eficaz para a inativação/degradação do princípio ativo do resíduo de quimioterápico antineoplásico que o torna tóxico.

Em relação aos resíduos pertencentes ao Grupo A, a Resolução CONAMA nº 5/93 estabeleceu que os mesmos não poderiam ser dispostos no meio ambiente, sem tratamento prévio que assegura-se a eliminação das características de periculosidade e de saúde pública; a preservação dos recursos naturais, e o atendimento aos padrões de qualidade ambiental e de saúde⁹⁰.

A resolução menciona ainda que, se houver dentre os resíduos contaminados com agentes patogênicos, a presença de outros perfurantes ou cortantes, estes devem ser acondicionados previamente em recipientes rígidos, estanque, vedado e identificado com a simbologia de substância infectante⁹⁰.

A Resolução CONAMA nº 5/93, em seu parágrafo 1º do artigo 5º, já previa a possibilidade soluções integradas ou consorciadas para os sistemas de tratamento e disposição final, ficando esses condicionados ao licenciamento, pelo órgão ambiental competente, e incentivava a reciclagem dos resíduos⁹⁰.

Outra contribuição dada pela Resolução CONAMA nº 5/93 no processo de gestão dos resíduos sólidos, foi a de estabelecer a obrigatoriedade por parte dos estabelecimentos geradores desses resíduos, neles incluídos os estabelecimentos de saúde, responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Plano este parte integrante do processo de licenciamento ambiental dos estabelecimentos. Nos estabelecimento deve haver a presença de um responsável técnico, registrado em conselho profissional, para o correto gerenciamento dos resíduos gerados⁹⁰.

Em relação à competência fiscalizadora do cumprimento do disposto na Resolução CONAMA nº 5/93 ficou estabelecido que a responsabilidade seria dos órgãos de controle ambiental e de saúde competentes. Mas a responsabilidade maior fica sendo dos órgãos de meio ambiente nas três esferas de governo que integram o SISNAMA⁹⁰.

No caso os Órgãos Seccionais, que são os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental, e os Órgãos Locais, que os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições⁹⁰.

Em 2001 foi publicada a Resolução CONAMA 283⁹¹, de 12 de julho de 2001, que dispõem sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde, exclusivamente, nada dispondo sobre os resíduos de terminais ferroviários, rodoviários nem portos ou aeroportos, continuando estes à obedecer ao disposto na Resolução nº 5/93⁹⁰.

Nos considerandos da Resolução CONAMA 283/01⁹¹ há menção aos princípios da prevenção, da precaução e do poluidor pagador, a necessidade de aprimoramento, atualização e complementação dos procedimentos da Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰, relativos ao tratamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde, com a finalidade de preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente⁸⁸.

Os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor pagador são princípios do Direito Ambiental, visam proporcionar para às presentes e futuras gerações, as garantias de preservação da qualidade de vida, em qualquer forma que esta se apresente, conciliando elementos econômicos e sociais, isto é, crescendo de acordo com a idéia de desenvolvimento sustentável⁸¹.

Sampaio *et al* definem os três princípios como⁹²:

- 1) da prevenção, que implica na adoção de medidas antes da ocorrência do dano concreto, cuja a origem e a possibilidade é conhecida e previsível, a fim de evitar o acontecimento de novos danos ou minorar seus efeitos;
- 2) da precaução, que diferentemente da prevenção, refere-se a situações onde não existe um conhecimento dos riscos potenciais de danos de uma determinada atividade ou de um determinado produto ou espécie viva a ser produzido e lançado no meio ambiente ;
- 3) do poluidor-pagador todo aquele que lesar o meio ambiente é obrigado a reparar o dano e a cessar. A responsabilidade pelos danos causados ao meio ambiente é de

natureza objetiva, derivada do risco da atividade, sendo desnecessária a comprovação de dolo ou culpa. A responsabilidade é solidária. Sujeita-se também a responsabilidade civil, penal e administrativa.

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos, com a publicação da Resolução CONAMA nº 283/01⁹¹, passou a ser chamado de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Contudo foram mantidas às exigências, já mencionadas, da Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰, em relação à elaboração, aprovação, e do PGRSS, aprovado, estar incluído nos documentos necessários à concessão por parte do poder público do licenciamento ambiental do estabelecimento.

A competência fiscalizadora do cumprimento da Resolução CONAMA nº 283/01⁹¹ continuou conforme disposto na Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰.

A imposição das penalidades, e das sanções decorrentes das infrações à legislação citada, inclusive a medida de interdição de atividades, permaneceram as previstas pelas Lei nº 6.938⁸⁴, de 31 de agosto de 1981, e pelo Decreto nº 9.605⁹³, de 12 de fevereiro de 1998.

No que concerne à classificação dos resíduos são mantidos os mesmos grupos de resíduos da Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰.

Contudo, em relação aos resíduos classificados como Grupo B foi estabelecida à observância das características físicas e físico-químicas, destes resíduos, bem como as possibilidades dos resíduos, e dos materiais contaminados por estes, de causarem mutagenicidade, genotoxicidade.

Posteriormente, em 2005, foi publicada a Resolução CONAMA nº 358¹⁰, de 29 de abril de 2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

Com a publicação da Resolução CONAMA nº 358¹⁰ ocorreu a revogação da Resolução CONAMA nº 283/01⁹¹ e dos dispositivos da Resolução CONAMA nº 5/93⁹⁰,

que tratavam dos resíduos oriundos dos serviços de saúde. Os estabelecimentos sujeitos à sua aplicação foram definidos no caput de seu artigo 1º.

A Resolução CONAMA n.º 358/05¹⁰, através de seu anexo I, estabeleceu a seguinte classificação, abaixo, *in verbis*:

I - GRUPO A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

II - 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.

III - GRUPO C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

IV - GRUPO D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

V - GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares. “

O mesmo documento em seu artigo 13 dispõe que os resíduos não caracterizados no anexo I devem seguir orientações específicas de acordo com a legislação vigente ou conforme orientação do órgão ambiental competente¹⁰.

Os resíduos de medicamentos citostáticos, antineoplásicos e imunossuppressores são classificados na resolução supracitada no Grupo B estado explicitados no item a, *in verbis*¹⁰:

(...) **a)** produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossuppressores.

Em relação ao tipo de tratamento à que deve ser submetido um resíduo com característica de periculosidade, como é o caso do resíduo antineoplásico, a resolução estabelece que esse resíduo deve ser submetido a tratamento e disposição final específico. Caso esse resíduo esteja no estado sólido, e o gerador opte em não tratá-lo,

deve dispô-lo em aterro de resíduos perigosos. No entanto se o resíduo estiver no estado líquido não há essa opção de disposição em aterro sem tratamento prévio¹⁰.

Percebe-se que apesar da resolução mencionar que o resíduo perigoso deve ser submetido a tratamento específico não há menção a nenhum processo de tratamento que deva ser adotado, deixando a encargo do gerador de resíduos a escolha do processo.

Ficou estabelecido na resolução, em seu artigo 26, que os órgãos competentes para fiscalização e imputação das penalidades cabíveis seriam dos integrantes do SISNAMA. As penalidades deveriam seguir ao disposto na Lei 9.0605^{10,93}.

No tocante ao licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento de resíduos, devem ter estar em conformidade com o disposto na Resolução CONAMA nº 237/97¹⁰.

O Projeto de Lei nº 1991 de 2007⁴¹, que ainda aguarda aprovação do Senado, para posterior sanção do Presidente da República, pretende instituir a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Ele é composto por 33 artigos sendo bastante sintético. Apresenta um conjunto de diretrizes, que se aprovadas fará condicionar o acesso a recursos da União à elaboração de Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pelos municípios.

Entre os instrumentos de controle propostos no Projeto de Lei nº 1991/07⁴¹ estão:

- 1)Análise e Avaliação do Ciclo de Vida do Produto,
- 2)Cadastro Técnico Federativo de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental,
- 3)Inventários de Resíduos Sólidos (em conformidade com o disposto pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA),
- 4)Avaliação de Impactos Ambientais,
- 5) Sistema Nacional de Informações Ambientais (SINIMA). Esses instrumentos quando regulamentados, darão condições para tomadas de decisão que poderão trazer grandes benefícios ambientais para o país.

A legislação em vigor do CONAMA que dispõe sobre o inventário de resíduos sólidos é a Resolução CONAMA n° 313⁹⁴, de 29 de outubro de 2002. Contudo a resolução abrange apenas os resíduos sólidos de origem industrial, conforme o texto da resolução não havendo menção aos resíduos de serviços de saúde.

Na Resolução CONAMA n° 313/02⁹⁴ ficou estabelecido a obrigatoriedade, por parte dos responsáveis pelas indústrias, de apresentar ao órgão estadual de meio ambiente informações sobre geração, característica, armazenamento, transporte e destinação do resíduo sólido originado no processo industrial.

Analisando o disposto na Resolução CONAMA n° 313/02, e no Projeto de Lei 1991/07, percebe-se que se gerador de resíduo de serviço de saúde não for bem esclarecido pode supor que não se aplica o dispositivo referente ao inventário de resíduo sólido ao tipo de resíduo que está sob sua responsabilidade^{41,94}.

No que se refere aos resíduos radioativos o Projeto de Lei n° 1991/07 menciona que não se aplicará a eles, sendo estes regulados por legislação específica⁴¹.

Assim como os demais geradores de resíduos sólidos os responsáveis pela geração dos resíduos de serviço de saúde deverão, segundo o projeto de lei, elaborar e dar publicidade aos Planos de Atuação para os Resíduos Sólidos. O objetivo desse plano de atuação é permitir aos órgãos ambientais o monitoramento da destinação final dos resíduos⁴¹.

Assim como na Resolução CONAMA n° 358/05, em seu parágrafo 1° do artigo 5° o Projeto de Lei n° 1991/07, também prevê a possibilidade do uso de soluções consorciadas ou compartilhadas, pautadas em critérios de economia de escala, na proximidade dos locais e nas formas de prevenção de possíveis riscos ambientais^{10,41}.

No Brasil, a ABNT, que é uma entidade não-governamental, sem fins lucrativos e de utilidade pública, que desde sua fundação em 1940 tem a responsabilidade de promover o desenvolvimento da normalização. Com isso a ABNT contribui para o desenvolvimento científico e tecnológico, proteção do meio ambiente e defesa do consumidor²².

Norma, segundo Confortin⁹⁵, é um documento estabelecido e aprovado por um organismo reconhecido que fornece, para uso comum, regras, diretrizes, especificações, critérios para construção, operação e manutenção de sistemas de tratamento e disposição final.

Confortin⁹⁵ destaca ainda as normas também são importantes, pois permitem a padronização dos termos técnicos, facilitando assim a comunicação entre técnicos de áreas diferentes quando um mesmo tema é tratado.

No que se refere aos resíduos de serviços de saúde, a ABNT, elaborou e publicou para padronização dos procedimentos de gerenciamento as seguintes normas abaixo apresentadas na Figura 15.

Figura 15

Normas da ABNT relacionadas à Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde no Brasil	
Número NBR	Norma
NBR 7.500	Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos
NBR 7.501	Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 10004/04	Resíduos Sólidos- Classificação
NBR12807	Resíduos de serviços de saúde
NBR12808	Resíduos de serviços de saúde
NBR12810	Coleta de resíduos de serviços de saúde
NBR13853	Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio
NBR14652	Coletor-transportador rodoviário de resíduos de serviços de saúde - Requisitos de construção e inspeção - Resíduos do grupo A
NBR9191	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio
NBR14725	Ficha de informações de segurança de produtos químicos - FISPQ

Fonte: ABNT & Resolução RDC nº 306/2004³⁹

Observa-se que essa padronização dos procedimentos de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde foi importante não só para a elaboração do disposto nas legislações do CONAMA, mas também, como veremos à diante, para auxiliar nas harmonizações entre as áreas de saúde e meio ambiente na elaboração de resoluções que dispõem sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, do qual o tratamento e a disposição final são etapas.

Embora a publicação da Lei nº 8080/90⁸⁸, de 19 de setembro de 1990, já permitisse ao SUS estar participando da formulação de políticas de saneamento, foi apenas com a criação da ANVISA, através da Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999⁸⁶ que a área da saúde começou a legislar sobre a gestão dos resíduos de serviços de saúde.

Isso se deu devido à dispositivos na Lei nº 9.782/99 que dispõem que entre as competências da ANVISA está a regulamentação, o controle e a fiscalização dos produtos e serviços que envolvessem risco à saúde pública⁸⁶.

Com base nessas competências, citadas acima, o Ministério da Saúde, através da ANVISA elaborou a Consulta Pública nº 48, em 4 de julho de 2000⁹⁶, que tinha como objetivo estabelecer regulamento técnico sobre diretrizes gerais de procedimentos, e de manejo de resíduos de serviços de saúde, desde a geração dos resíduos até a sua disposição final.

A classificação de resíduos de serviços de saúde proposta na Consulta Pública nº 48/00 era baseada na Resolução CONAMA N.º 5/93. A intenção da ANVISA, com o disposto nessa consulta pública era instituir a prática da gestão dos resíduos de serviços de saúde em todos os serviços de saúde públicos e privados ⁹⁶.

As competências de divulgação, orientação e fiscalização do disposto propostas na consulta pública, já mencionada, seriam das Secretarias de Saúde Estaduais, Municipais e do Distrito Federal, em conjunto com os Órgãos de Meio Ambiente e de Limpeza Urbana dos Estados, Municípios e do Distrito Federal⁹⁶.

Apesar da Consulta Pública nº 48/00 mencionar o manejo de rejeitos radioativos, e as normas da CNEN, não há referências no se texto desse órgão como competente para o controle e a fiscalização, sendo dito apenas que a CNEN deve ser ouvida, quanto aos rejeitos radioativos⁹⁶.

Finalmente, em 25 de fevereiro de 2003, a *Consulta Pública nº48* tornou-se uma resolução, sendo publicada pela ANVISA como Resolução RDC nº 33⁹⁷. Nela foram incorporadas algumas alterações, como a inclusão da CNEN, para a divulgação, orientação e fiscalização. Esses órgãos são as Secretarias de Saúde Estaduais,

Municipais e do Distrito Federal, os Órgãos de Meio Ambiente e de Limpeza Urbana dos Estados, Municípios e do Distrito Federal.

A Resolução RDC nº 33/03 estabeleceu um prazo máximo de 12 meses para os estabelecimentos abrangidos pelo disposto na, se adequassem à referida Lei⁹⁷.

As infrações os disposto nesta resolução configuram infrações sanitárias, e como tais estão sujeitos às penalidades previstas na Lei 6.437, de 20 de agosto de 1977, que dispõe sobre as infrações à legislação sanitária federal, e estabelece as sanções que devem ser aplicadas aos infratores⁹⁷.

Embora a publicação desta resolução tenha representado um avanço na gestão dos resíduos de serviços de saúde ocorreram muitas críticas ao seu texto.

A ANVISA, atendendo essas críticas, revisou o texto da RDC nº 33/03 e publicou a Resolução RDC nº 306, de 7 de setembro de 2004³⁹, revogado a resolução anterior. Essa revisão objetivou uma melhor harmonização entre as normas federais dos Ministérios do Meio Ambiente e da Saúde e um aprimoramento, atualização e complementação dos procedimentos relativos ao gerenciamento dos resíduos gerados nos serviços de saúde.

A classificação, tratamento e disposição final de todos os resíduos de serviços de saúde, incluindo os dos resíduos de medicamentos citostáticos e antineoplásicos, na Resolução RDC nº 306/04³⁹, obedeceram ao disposto na Resolução CONAMA n.º 358/05¹⁰. Nada sendo acrescentado para um melhor detalhamento dos processos de tratamento e disposição final desses resíduos.

A Resolução RDC nº 306/04³⁹ assinala ainda que embalagens e materiais contaminados por resíduos químicos que apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente, quando não submetidos a processo de reutilização ou reciclagem, devem ser tratados da mesma forma que a substância que as contaminou.

Quanto às excretas dos pacientes tratados com quimioterápicos antineoplásicos a resolução considera que, podem ser eliminadas no esgoto, desde que este seja ligado a

um sistema de tratamento. Podendo ser este sistema o da região onde se encontra o serviço³⁹.

Nos casos onde não haja esgotamento sanitário ligado à um sistema de tratamento, as excretas dos pacientes tratados com quimioterápicos antineoplásicos devem ser submetidas a tratamento prévio no próprio estabelecimento, contudo não há menção ao tipo de tratamento a que devem ser submetidos para inativação/degradação dos princípios ativos dos medicamento que podem estar presentes nas excretas³⁹.

Ficou estabelecido na Resolução RDC nº 306/04³⁹ que a competência de divulgar, orientar e fiscalizar o seu cumprimento cabia a Vigilância Sanitária dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, com o apoio dos Órgãos de Meio Ambiente, de Limpeza Urbana, e CNEN.

Esta resolução estabelece ainda que os sistemas de tratamento são passíveis de fiscalização e de controle, pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente³⁹.

Com a finalidade de orientar os geradores e responsáveis técnicos com respeito aos procedimentos que deveriam ser adotados na gestão dos resíduos de serviços de saúde a ANVISA publicou, no início de 2006, o “Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde”¹¹.

Observa-se, ao se fazer uma análise desse manual, que em relação ao disposto na Resolução RDC nº 306/04³⁹, não foi acrescentado nada que permitisse melhor detalhar o tipo de processo de tratamento a que podem ser submetidos os resíduos de medicamentos antineoplásicos, que pudessem auxiliar os responsáveis técnicos na escolha desse processo.

No que tange aos rejeitos de radioterápicos percebe-se também não foi acrescentada nenhuma nova orientação quanto aos processos de tratamento e disposição final destes rejeitos em relação ao disposto na Resolução RDC nº 306/04³⁹.

Para estabelecer regras claras de saneamento, sem regulamentação desde a década de 80, foi elaborado e publicada pelo Ministério das Cidades, a Lei 11.445⁹⁸, de 5 de janeiro de 2007.

Na elaboração dessa lei houve ampla participação da sociedade e de representações dos Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e Ministério do Trabalho e Emprego, por se tratarem de ministérios que atuam diretamente no setor, nas discussões do projeto de lei que deu origem a referida lei⁹⁸.

A Lei 11.445⁹⁸ estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e institui o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA).

Essa lei traz em seu dispositivos alguns princípios fundamentais como⁹⁸:

1. A universalização do acesso ao saneamento;
2. A integralidade da prestação adequada dos diversos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente dos serviços;
3. A adoção de técnicas e processos que considerem as peculiaridades regionais;
4. A integração de infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;
5. O uso de tecnologias segundo a capacidade de pagamento dos usuários;
6. O controle social.

Para efeito da Lei 11.445/07⁹⁸ na alínea c do artigo 3º encontra-se a seguinte definição para limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:

(...)conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

Ainda em seu artigo 6º há menção ao lixo ordinário, *in verbis*:

Art. 6º O lixo originário de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano.

Analisando-se o dispositivo legal desse artigo percebe-se que os resíduos de serviços de saúde estão excluídos da aplicação da Lei 11.445/07⁹⁸, pois estes são de responsabilidade do seu gerador. Conforme disposto no artigo 3º da Resolução CONAMA nº 358/05¹⁰ e na Resolução RDC nº 306/04³⁹.

Nota-se que não houve preocupação dos legisladores em inclusão dispositivos que tratem dos resíduos de serviços de saúde, quer sejam esses perigosos ou não. Contudo pela definição de resíduos sólidos e seus critérios de classificação esses tipos também integram os resíduos sólidos.

Essa exclusão fez com que continuassem à serem regulados por lei própria ao invés de estarem incluídos em uma diretriz de política nacional o que talvez desse mais visibilidade à discussão do tratamento e destinação final desses resíduos ao invés de continuarem à serem regulados .

3.5. Análise Comparativa entre o Disposto nos Aspectos Legais e Normativos

Com base nos critérios de comparação estabelecidos na metodologia pode-se fazer uma análise comparativa entre os dispositivos legais adotados para o processo de tratamento e disposição final dos resíduos e rejeitos pela UE, EUA e Brasil e WHO.

Também foi verificada a existência de mecanismos legais que permitissem o monitoramento da geração e da disposição final desses resíduos, a existência de órgão responsável pela fiscalização do cumprimento da legislação e das sanções existentes para os geradores para os casos de não cumprimento das leis.

No caso da WHO⁶ o que existe são recomendações elaboradas por especialistas na área da saúde e disponibilizadas na forma de um manual. Nessas recomendações encontramos a sugestão de se estabelecer mecanismos legais para a fiscalização e o

controle da geração, do processo de tratamento e da disposição final dos RMQR e de outros resíduos igualmente perigosos.

A regulamentação para os resíduos perigosos e não dos perigosos, na UE, é elaborada por órgão específico da área de meio ambiente (EEA). A esse órgão competem as ações fiscalizadoras do cumprimento dos preceitos legais. Através de dispositivo legal, o gerador desses resíduos, é obrigado a enviar anualmente para o EEA informações sobre o quantitativo de volume gerado de resíduo e o local da disposição final. Esses formulários foram padronizados em legislação.

Nos EUA estas regulamentações são estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente (EPA) e transporte (USDOT). Sendo elaboradas de acordo com suas esferas de competência. As ações de fiscalização do cumprimento da legislação também são de acordo com as competências de cada órgão.

A exemplo do que ocorre na UE, também há nos EUA, a obrigatoriedade anual do envio de dados, na forma de formulários padronizados por dispositivos legais, informado o volume gerado e o local de disposição final destes resíduos. Contudo o que diferencia esse procedimento adotado nos EUA do que é feito na UE, é que nos EUA há o envio de dados por parte também do responsável pelo transporte.

No Brasil constatou-se a existência de dois órgãos reguladores, um da área de meio ambiente (CONAMA) e outro da área da saúde (ANVISA). Esses dois órgãos elaboram diretrizes que foram fruto de trabalho em conjunto, originando a publicação das Resoluções RDC n° 306/04³⁹ e CONAMA n° 358/05¹⁰.

Contudo, analisando-se essas resoluções não se percebe de forma clara, estabelecida nelas, as delimitações dos campos de ação dos órgãos nas suas competências fiscalizadoras dos cumprimentos dos dispositivos legais, tão pouco a existência de mecanismos legais que permitam dos órgãos citados monitorarem o volume gerado desses resíduos e os processos de tratamento e disposição final.

Em relação aos rejeitos radioativos, na UE há um único órgão regulador e fiscalizador dos dispositivos legais. Esse órgão é específico da área nuclear (EURATOM). Não havendo interferência na regulamentação dos rejeitos de outros

órgãos. Cabendo também aos geradores desses resíduos/rejeitos prestarem esclarecimentos sobre a geração e disposição final.

Nos EUA há a participação de três órgãos atuando com esferas de competências diferentes na regulamentação dos rejeitos (EPA, USNRD e USDOT). Contudo as áreas de regulamentação estão bem definidas assim como as competências fiscalizadoras. Quanto ao repasse de informações sobre os volumes gerados e a disposição final devem ser entregues pelos geradores e pelos transportadores aos respectivos órgãos em suas esferas de competência.

No Brasil o órgão nuclear (CNEN) estabelece normas e regulamentos em radioproteção e licença, fiscaliza e controla a atividade nuclear no Brasil, Contudo atua como participe na elaboração da regulamentação dos rejeitos radioativos. Pois as áreas regulamentadoras são a saúde (ANVISA) e de meio ambiente (CONAMA).

No tocante as ações de fiscalização do cumprimento da legislação os três órgãos citados acima, e mais o órgão de limpeza urbana, podem atuar como fiscalizadores.

No entanto a exemplo do que ocorre para os resíduos perigosos, não há clareza expressa em legislação delimitando os campos de atuação dos órgãos com respeito as ações de fiscalização. Também não foi percebido, nos dispositivos legais, a existência de mecanismos estabelecendo a obrigatoriedade, por parte dos geradores e dos transportadores desses resíduos, o repasse de informações sobre o volume gerado, o processo de tratamento e a disposição final.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quimioterapia e a radioterapia são utilizadas para garantir a vida e manter a saúde de pacientes com câncer. Pode parecer antagônico, mas os medicamentos quimioterápicos antineoplásico e os radioterápicos que tratam o câncer também podem ser causadores de e de outros riscos à saúde tais como mutações genéticas. Decorre das possibilidades destes riscos a necessidade de atenção em seu manuseio e na gestão dos resíduos provenientes de sua manipulação e administração.

Cabe mencionar que todos os levantamentos discutidos anteriormente foram fundamentados em Leis, Decretos, Resoluções, Normas, Procedimentos e Regulamentos Ambientais e de Saúde.

Na Figura 16, abaixo, é apresentada uma síntese da classificação, do tratamento e da disposição final dos RMQR adotados pela OMS, UE, EUA e pelo Brasil disposto em legislação vigente.

Figura 16

Síntese da Classificação, do Tratamento e da Disposição Final adotados pela OMS, UE, EUA e pelo Brasil para os resíduos de Medicamentos Quimioterápicos Antineoplásicos e os Rejeitos Radioativos.				
Classificação				
	WHO	UE	EUA	Brasil
Resíduo de Medicamento Antineoplásico	Resíduo genotóxico, altamente perigoso.	Resíduo Perigoso (CER e LER).	Substância altamente tóxica, e letal, resíduo perigoso	Resíduo de substância que pode apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente
Critério de Classificação	Característica da substância (tóxica, mutagênica, carcinogênica, teratogênica), e o risco que representa à saúde pública e ao meio ambiente.	Característica do resíduo mutagênico, carcinogênico, teratogênico, e o seu risco à saúde e ao meio ambiente.	Propriedade física, química, o potencial de aumento da mortalidade, e perigo à saúde humana e ao meio ambiente	Característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade.
Área Regulamentadora	Não há	Meio Ambiente	Meio Ambiente	Meio Ambiente e Saúde
Rejeito Radioativo	Resíduo Radioativo com efeito genotóxico.	Resíduo com baixo nível de radioatividade	Resíduo com baixo nível de radioatividade	Qualquer material resultante de atividade humana que tenha radionuclídeos
Critério de Classificação	Radiação ionizante de interesse da medicina, com efeito genotóxico.	Material contaminado por substância radioativa, podendo ser equipamento e/ou bem.	Radiação ionizante nociva à reprodução humana e ao meio ambiente	Qualquer substância resultante de atividade humana com radionuclídeo em limites superiores ao estabelecido pela Comissão Nacional de Energia Nuclear
Área Regulamentadora	Não há	Comissão Europeia de Energia Atômica	Agências Ambiental, de Energia Nuclear, e de Transporte	Meio Ambiente, Saúde e Comissão Nacional de Energia Nuclear
Tratamento				
Resíduo de Medicamento Antineoplásico	Decomposição química e Incineração	Incineração	Incineração	Tratamento específico
Rejeito Radioativo	Decaimento e decomposição química e Incineração	Decaimento e incineração.	Decaimento e incineração	Decaimento, e posterior tratamento de acordo com o tipo de resíduo.
Disposição Final				
Resíduo de Medicamento Antineoplásico	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário	Sólidos e líquidos tratados, aterro; sólido não tratado aterro de resíduos perigosos; líquido não tratado vetado ir para aterro.
Rejeito Radioativo	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário	Segue a orientação do grupo enquadrado após decaimento.

Fontes: WHO⁶; UE⁶⁰; EUA^{20, 64}; Brasil^{10, 39}.

Percebe-se que não há divergência, entre os países e/ou organizações internacionais estudadas e no Brasil, no que se refere ao critério adotado para *classificar* os RMQR, que é decorrente da aplicação do critério que leva em conta as propriedades físicas, químicas, a toxicidade das substâncias, suas características de carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade, seu grau de risco à saúde humana e ao meio ambiente.

As formas de tratamento dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos radioativos, neles incluídos os rejeitos de radioterápicos, preconizados pela OMS, UE e EUA, em comparação com a adotado no Brasil, divergem nas orientações quanto as formas de tratamento que podem ser adotadas.

- **OMS:** Os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, por serem classificados como resíduos perigosos, devem ser submetidos à tratamento de decomposição química e posterior incineração. Os rejeitos radioativos, neles incluídos os radioterápicos, após aguardar o tempo de decaimento se classificados como substancias perigosas devem também ser e incinerados⁶.

- **UE:** Os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, e os rejeitos radioativos, neles incluídos os radioterápicos, após esses últimos aguardarem o tempo de decaimento, devem ser incinerados como forma de tratamento^{60,62}.

- **EUA:** tanto os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, quanto os rejeitos radioativos, neles incluídos os radioterápicos, após aguardarem o tempo de decaimento devem ser incinerados como forma de tratamento^{20,64}.

Quanto a disposição final dos RMQR há um consenso sobre a foram de disposição final, devendo essa ser em aterro sanitário^{6,60,20,64}.

Enquanto os outros países e a WHO são mais específicos e apontam a incineração como processo de tratamento para os RMQR se enquadrados como resíduos químicos após o final do tempo de decaimento.

No Brasil não há uma indicação clara quanto a um tipo de tratamento que poderia ser adotado, o que pode vir à contribuir para uma indecisão por parte do responsável pela gestão do resíduo quanto processo que deve ser adotado para a

degradação/inativação do resíduo de serviço de saúde, acarretando em uma má escolha ou na ausência de adoção de um processo de tratamento.

Fica aqui o questionamento de que talvez essa falta de definição nas legislações vigentes da área de meio ambiente e saúde, respectivamente as Resoluções CONAMA nº 358/05¹⁰ e ANVISA nº 306/04³⁹ em relação a uma especificação quanto ao tipo de tratamento que deve ser adotado para a inativação/degradação dos princípios ativos dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos radioativos que após o final do tempo de decaimento seguem o manejo desse tipo de resíduos não leva a ausência de submissão a uma forma de tratamento.

Dessa forma nesse capítulo irá se discorrer sobre as formas adotadas/recomendadas para tratamento e os tipos de mecanismos implementados para controle da gestão desses resíduos nas organizações e nas legislações dos países que são objeto de estudo dessa dissertação.

4.1. *World Health Organization*

A WHO, por exemplo, apesar de mencionar em seu Manual que a incineração é um método de tratamento escolhido para a maioria dos resíduos perigosos de serviços de saúde, tais como os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, chama a atenção para o recente desenvolvimento de métodos alternativos de tratamento destes resíduos, como por exemplo a decomposição química através da qual pode-se degradar/inativar um princípio ativo⁶.

Alerta ainda que na escolha de um método eficiente de tratamento de resíduos perigosos, e de sua disposição final, devem-se levados em conta alguns critérios tais como⁶:

- saúde ocupacional e as condições de segurança para os profissionais que tem contato com o método adotado para tratamento e disposição final;
- redução de volume e da massa do resíduos obtidos pela aplicação do método;
- capacitação técnica para operação do sistema de tratamento;
- quantidade de resíduo para tratamento e disposição final, bem como a capacidade do sistema tratar e dispor do resíduo final;

- opções de disposição final e a sua localização em relação ao local de geração e/ou tratamento do resíduo;
- aceitação pública do método adotado para tratamento e disposição final adotados;
- os requisitos regulamentares que o método de tratamento e disposição final exigem.

Há também no Manual da OMS orientações quanto á necessidade de se estabelecer por meio de legislação específica, entre outros aspectos da gestão de resíduos à serem regulados, mecanismos que garantam a manutenção por parte dos responsáveis pela geração dos resíduos dos registros e de relatórios que permitam aos órgãos responsáveis pela verificação do cumprimento da lei, e da aplicação de penalidades, no caso de não conformidades perante a lei, de um monitoramento seguro do tratamento e disposição final dos resíduos gerados nos estabelecimentos assistenciais de saúde.

4.2. União Europeia

Nos primeiros anos da construção da União Europeia, as questões relativas ao ambiente não constituíam uma prioridade importante para os poderes públicos, e atores econômicos locais⁵⁹.

Na década de 70, com a Cimeira de Paris, em Julho de 1972, os Chefes de Estado, e de Governo, reconheceram a importância do ambiente no quadro da expansão econômica, e no da melhoria da qualidade de vida. Ficando sobre responsabilidade da Agência Europeia de Ambiente a elaboração de uma política comunitária de resíduos, além de outras questões pertinentes a área de meio ambiente⁵⁹.

O objetivo da Agência Europeia de Ambiente é o de proteger, preservar e melhorar o ambiente para as gerações presentes e futuras. Para alcançar este objetivo, propõe políticas que garantam a proteção ambiental na EU, e a preservação da qualidade de vida dos cidadãos da UE. As quatro prioridades da Agência Europeia de Ambiente para o período de 2002 a 2012 são: as alterações climáticas; natureza e biodiversidade; ambiente, saúde e qualidade de vida; e recursos naturais e resíduos⁵⁹.

O processo de tratamento a que estão sujeitos os resíduos perigosos foram estabelecidos pelas Diretivas 91/689/CEE e Diretiva 2000/76/CE. Sendo esse processo de tratamento obrigatoriamente a incineração⁶⁰.

A forma de tratamento adotada na UE para os rejeitos radioativos é a segregação enquanto aguardam o respectivo tempo de decaimento, e após o final desse tempo, são tratados de acordo com o grupo a que pertencem. No caso do resíduo ser classificado como perigoso deve ser obrigatoriamente incinerado⁶⁰.

Quantificar, classificar e registrar informações sobre os resíduos gerados em geral, e em especial os perigosos passou a ser importante para a preservação do ambiente e melhoria da qualidade de vida na UE⁶⁰.

Os Estados Membros, com uma periodicidade estabelecida de três anos, devem apresentar à Comissão Europeia um relatório relativo ao cumprimento de acordos e diretrizes relacionadas à gestão de todos os tipos de resíduos, e em especial os perigosos e os rejeitos radioativos⁶⁰.

O instrumento padronizado para o repasse das informações relativas à disposição dos resíduos em aterros, e por consequência do disposto na Diretiva 1991/31/CE, foi estabelecido por meio da Decisão 2000/738/CE, de 17 de Novembro de 2000. Trata-se de um questionário de preenchimento obrigatório pelos Estados Membros de UE⁶⁰.

Esses procedimentos de quantificar, classificar e registrar os resíduos produzidos na UE foram ao longo dos anos sendo aprimorados através da publicação da Resolução 97/C76/01, e das Diretivas 91/689/CEE e 75/442/CEE. Documentos estes que foram ratificados mais recentemente, em 2008, pela publicação da Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho em 19 de novembro de 2008⁶⁰.

Dessa forma pode-se concluir que há na legislação da UE diretrizes que permitem a padronização do processo de tratamento e disposição final dos resíduos perigosos, bem como do monitoramento da geração desses resíduos e do local de sua disposição final. Otimizando assim as ações de fiscalização.

4.3. Estados Unidos da América

Nos EUA a política de gestão dos resíduos, de uma forma geral, é estabelecida pela RCRA. Sendo, complementada no que se refere aos resíduos de serviços de saúde, posteriormente pela publicação da MWTA/EPA^{63,78}.

Na MWTA foi estabelecida a obrigatoriedade do uso da incineração como processo de tratamento que deve ser adotado para esses resíduos classificados como resíduos perigosos⁷⁸.

Assim como na UE, nos EUA, foram encontradas, em literatura, referências, do uso de métodos químicos para degradação e inativação de resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, classificados como resíduos perigosos em ambos. Contudo a aplicação desse tipo de tratamento deve anteceder o processo de incineração^{60,20}.

A associação de métodos químicos para degradação/inativação de resíduos desses resíduos servem também para reduzir os riscos de acidentes ocupacionais dos profissionais de saúde que manipulam e administram esses resíduos.

Também pode-se associar a adoção desses métodos como forma de redução dos riscos de acidentes e para os profissionais que atuam no transporte desses resíduos até os locais de tratamento e disposição final dos mesmos.

Assim como na UE, nos EUA, em legislação própria do EPA também há conjunto de formulários, relatórios e procedimentos destinados a registrar as etapas de gestão dos resíduos perigosos desde o momento em que sai da instalação onde são gerados, até o local onde será armazenado, tratado, e eliminado. O Manifesto é exigido tanto pelo Departamento de Transportes e EPA^{60,80}.

A intenção do EPA ao desenvolver um sistema centralizado de informações é manter o controle das etapas de gestão dos resíduos perigosos como uma forma de controlar a disposição desses resíduos em locais onde possam causar danos ao meio ambiente e a saúde humana pela presença em sua composição de metais pesados, e

toxinas que se infiltram no solo, contaminando as águas subterrâneas, e solos adjacentes, além de produzirem gases tóxicos com sua decomposição⁸⁰.

Percebe-se que há uma diretriz estabelecida em legislação nos EUA para o tratamento e a disposição final dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, que seria a incineração e posterior disposição em aterro.

Em relação aos rejeitos radioativos após aguardar o tempo de decaimento seguir as disposições previstas para o grupo à que pertence o resíduo.

4.4. Brasil

No Brasil as duas resoluções, até a presente data, a nível federal, que dispõem sobre o gerenciamento de resíduos originados na prestação de serviços assistenciais de saúde, notadamente os RMQR, são as Resoluções CONAMA nº 358/05¹⁰ e RDC nº 306/04³⁹.

O disposto nessas resoluções não se aplica a fontes radioativas seladas, que são regulamentadas por disposições próprias.^{10,39}

Na Resolução CONAMA nº 358/05¹⁰ ficou estabelecido que os geradores dos resíduos de serviços de saúde devem elaborar um plano com informações detalhadas sobre a gestão dos resíduos/rejeitos originados nos processos de cuidados com a saúde, Esse plano é denominado de *Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde* (PGRSS). Ele deve ser elaborado obedecendo ao disposto na resolução citada, e é também parte integrante do processo de licenciamento ambiental do estabelecimento de saúde.

Nesse plano devem ficar especificados, além de outras informações relacionadas à gestão desses resíduos, qual o processo de tratamento e a disposição final adotados para todos os resíduos gerados nos cuidados com a saúde dentro do estabelecimento e nos serviços de *home care* não só os que são objeto dessa dissertação¹⁰.

Ficando o estabelecimento obrigado a manter cópia do PGRSS disponível para consulta, da autoridade sanitária ou ambiental, assim como dos seus funcionários, paciente e público em geral.

Contudo, essa consulta fica vinculada a uma solicitação por parte das autoridades sanitária ou ambiental para uma eventual análise. Não havendo uma obrigatoriedade em legislação que determine a entrega periódica de informações sobre a geração dos resíduos, nem do processo de tratamento e disposição final a que foram submetidos³⁹.

A Resolução CONAMA 358/05 estabelece que os resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar riscos à saúde pública, e ao meio ambiente, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, quando não puderem ser submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem devem ser submetidos a tratamento específico. No entanto, não faz menção a um tipo específico de tratamento, diferentemente do que ocorre na UE e nos EUA^{10,60,20}.

Essa falta de orientação pode levar a que o responsável pelo resíduo, por desconhecimento técnico, acabe submetendo o resíduo a um processo de tratamento que não promova a degradação/inativação do princípio ativo que confere aos resíduos propriedades que os tornam perigosos ao meio ambiente e a saúde humana.

Por outro lado, se for a exemplo dos países citados, adotada em legislação, a incineração como processo de tratamento para os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos a incineração, não podemos deixar de mencionar o baixo número de capacidade instalada de sistemas de incineração no Brasil e que em sua grande maioria localizam-se nas regiões Sudeste e Nordeste.

Persistindo ainda na grande maioria dos municípios a queima desses resíduos á céu aberto, o que gera agravos à saúde, e ao meio ambiente em decorrência das emissões dos gases poluentes provenientes dessa queima não controlada.

Percebe-se também nesse fato (baixo número de incineradores) uma dificuldade para o gerador de resíduos de serviços de saúde adotar a incineração como forma de tratamento.

Em relação ao disposto na Resolução CONAMA 358/05¹⁰, com respeito à verificação legal do cumprimento do processo de tratamento e da disposição final, e das demais etapas da gestão dos resíduos, apenas é exigido, por parte do órgão ambiental, que o responsável pela geração desses resíduos entregue uma declaração anual informando se cumpriu o disposto na lei e conseqüentemente na legislação.

Nesse aspecto também há uma discordância entre o procedimento que é adotado no Brasil em relação ao da UE e dos EUA, onde o responsável pela geração do resíduo/rejeito tem a obrigação legal de repassar informações com dados mais detalhados sobre o volume gerado, o processo de tratamento a que foi submetido o resíduo/rejeito e o local de disposição final.

Aqui fica a pergunta será que o fato da legislação brasileira não exigir um repasse de informações mais consistentes não pode acarretar dificuldades de monitoramento e rastreamento quanto ao tipo de tratamento e disposição final que foi adotado pelo gerador do resíduo de serviço de saúde, mas especificamente no que concerne aos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos

Em relação aos rejeitos radioativos, a Resolução CONAMA 358/05¹⁰ considera que após o término do tempo de decaimento o rejeito pode ser considerado resíduo da categoria biológica, química ou resíduo comum. Esse rejeito/resíduo deve então sofrer o processo de tratamento correspondente a classificação que lhe é pertinente. O que recai na mesma crítica ao texto da resolução já feita acima para o resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico.

A Resolução RDC nº306/04, que aprovou, e dispôs sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, e segue o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 358/05, no que se refere à adoção de um processo de tratamento e disposição final dos resíduos, em razão disso vai conseqüentemente apresentar também as mesmas falhas apontadas^{39,10}.

Outra dificuldade para o gerador de resíduos de serviços de saúde cumprir a legislação vigente, no que se refere à disposição final desses resíduos é o pouco número de aterros sanitários ou de aterros de resíduos perigosos existentes e licenciados de acordo com o disposto na Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997¹⁰.

Esse fato se deve talvez aos altos custos de construção tanto dos aterros sanitários quanto dos aterros de resíduos perigosos, fazendo com que a única forma de disposição final possível, destes resíduos, em muitos municípios ainda seja em lixões.

O fato apontado acima pode impactar não só a contaminação do solo e do lençol freático, mas também na saúde de uma parcela da população que sobrevive da coleta de resíduos nesses lixões, uma vez que há a possibilidade de acesso dessas pessoas à esses resíduos.

Embora a literatura mencione a possibilidade de uso métodos químicos, para tratamento de resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos, usando substâncias facilmente disponíveis no ambiente hospitalar, tais como hipoclorito de sódio (NaOCl), peróxido de hidrogênio (H₂O₂) como uma alternativa e/ou complemento à incineração, as Resoluções CONAMA nº 358/05 e RDC n 306/04 não abordam essa possibilidade^{10,39}.

Essa informação poderia ser útil para os profissionais que são responsáveis pela geração desses resíduos, cujo estabelecimento está localizado em um município que não dispõe de aterro sanitário, ou para os para os profissionais de saúde que manipulam ou administram esses resíduos e têm que por vezes conter derramamentos ocorrido em um acidentes.

Segundo Paulo Affonso Machado⁹⁹, onde órgãos têm a mesma competência, como no caso dos resíduos de serviços de saúde, que são regulados pelo CONAMA e pela ANVISA, corre-se o risco de nenhum deles exercer essa competência, ficando no “jogo de empurra”. Todos são responsáveis, e ninguém acaba sendo responsável.

Paulo Affonso⁹⁹ reforça que a multiplicidade de órgãos que atuam com o mesmo tema (p.ex resíduos de serviços de saúde) não deve conduzir à inoperância. Devendo as atividades serem coordenadas de forma á ser obter uma melhoria da qualidade das atividades.

CAPITULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Realizou-se nessa dissertação um estudo comparativo entre a legislação internacional e a brasileira para o tratamento e a disposição final dos resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e dos rejeitos de radioterápicos.

Foi apresentado um panorama mundial e brasileiro da geração de resíduos de serviços de saúde. Constatou-se que o incremento dessa geração de resíduos tem acarretado em implicações para o meio ambiente e para a saúde humana, decorrentes das características tóxicas, intrínsecas desses resíduos, ocasionando problemas de contaminação ambiental, agravos à saúde das populações que vivem no entorno dos locais onde esses resíduos são dispostos. Também foram relacionados problemas ocupacionais para os trabalhadores que lidam diretamente com esses resíduos

Identificou-se os agentes quimioterápicos e os radioterápicos, suas definições e especificidade de ação no organismo humano.

Apresentou-se as definições e classificações desses resíduos/rejeitos, frente aos demais resíduos de serviços de saúde, de acordo com a legislação da União Europeia, dos Estados Unidos e do Brasil e com as recomendações da WHO. Percebeu-se que em todas as legislações citadas, e nas recomendações da WHO, eles são definidos como resíduos perigosos e classificados de forma diferenciada em relação aos demais resíduos de serviços de saúde.

Constatou-se a existência de dispositivos legais e de recomendações, por parte da WHO, voltadas para a normatização dos processos de tratamento e disposição final dos resíduos/rejeitos. Em relação ao processo de tratamento foi observada uma convergência entre a WHO, a UE e os EUA que adotaram a incineração como processo de tratamento dos resíduos/rejeitos.

No entanto na legislação brasileira não foi observada a menção a um processo específico de tratamento. Ficando até mesmo, como no caso do resíduo no estado sólido, a possibilidade, em legislação, da disposição final sem submissão do resíduo a

um processo de tratamento prévio, desde que essa disposição ocorra em aterro de resíduos perigosos.

Quanto aos rejeitos radioativos foi possível se constatar que todos os países e a WHO estabelecem que após aguardarem o tempo de decaimento do radionuclídeo eles devem ser submetidos ao mesmo processo de tratamento de um resíduo de medicamento quimioterápico antineoplásico.

No tocante a disposição final, dos resíduos/rejeito, tratados, concluímos que em todos os países, e nas recomendações da WHO é feita em aterros sanitários.

Conclui-se então que apesar da legislação internacional apontar para a adoção da incineração como processo de tratamento e da disposição final em aterro sanitário, tanto para os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos quanto para os rejeitos de radioterápicos, algumas considerações devem ser feitas para adoção pela legislação brasileira.

1. Levar em conta as diversidades regionais antes da adoção de um processo de tratamento e de disposição final dos resíduos e rejeitos de que tratou essa dissertação, as diversidades regionais existentes no Brasil em função dos valores de PIB per capita,
2. Analisar os custos relacionados aos investimentos para construção, operação e manutenção de incineradores e de aterros sanitários, pois a apesar de serem soluções sanitariamente recomendadas são de alto custo de implementação e manutenção. Exigindo também mão de obra qualificada para a operação, principalmente no caso dos incineradores,
3. No Brasil há ainda um reduzido número de incineradores e de aterros sanitários construídos. Estes se concentram nas regiões sudeste e sul, que são as regiões com um maior PIB per capita. Nas demais regiões do país onde ainda prevalecem à disposição de resíduos em lixões e a queima destes à céu aberto.

Com base nesses dados é possível se propor soluções à curto, médio e longo prazo para o tratamento dos resíduos/rejeitos de que trata essa dissertação.

Nas regiões sul e sudeste, onde já existe um determinado número de aterros sanitários, poderia estar sendo priorizada a construção de sistemas de incineração, de forma consorciada, para tratamento dos RMQR e posterior disposição final em aterro sanitário.

Nas demais regiões nesse primeiro momento, seria incentivada a construção de aterros sanitários para a disposição final dos RMQR e demais resíduos urbanos, de forma consorciada pelas três esferas de governo, como parte de uma política governamental de saneamento e saúde pública. Uma solução nessas regiões para o tratamento dos RMQR seria o uso de métodos químicos de inativação/degradação antes da disposição final. Posteriormente seriam implementados sistemas de incineração.

As recomendações se fazem no sentido de:

De acordo com o que foi observado nesse estudo comparativo entre a legislação internacional e a brasileira em relação aos processos de tratamento e disposição final adotados para os resíduos de medicamentos quimioterápicos antineoplásicos e radioterápicos, recomendam-se o seguinte:

- ✓ Uma melhor elaboração e refinamento dos mecanismos existentes para o monitoramento do volume gerado, dos processos de tratamento e da disposição final dos resíduos de serviços de saúde, principalmente em relação aos resíduos perigosos e aos rejeitos de radioterápicos.

- ✓ Estabelecimento um fluxo de repasse de informações dos geradores desses resíduos para a área de meio ambiente, com prazos de entrega definidos, de informações sobre o volume gerado por tipo de resíduo, processo de tratamento e o local de disposição final.

- ✓ Uma melhor orientação, em legislação ambiental, sobre os processos de tratamento que devem ser adotados pelos geradores dos resíduos, inclusive quando for o caso citado nominalmente os processos de tratamento;

✓ O estabelecimento por parte dos três níveis de governo de uma política de gestão de resíduos sólidos, que incentive a implantação de aterros sanitários e de sistemas de tratamento de resíduos perigosos, inclusive de forma consorciada para os municípios com menor volume de recursos.

✓ Uma maior aproximação entre as áreas de saúde e meio ambiente e as instituições de pesquisa para que a exemplo do que acontece com o IARC possa haver o desenvolvimento de novos métodos de degradação/inativação e repasse dessas informações na forma de orientação para os geradores de RMQR.

REFERÊNCIAS

1. Freitas, C.M. A produção científica sobre o ambiente na saúde coletiva. Cad. Saúde Pública 2005; 21(3):679-621.
2. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília 2007; jul.
3. Freitas, C.M. Avaliação de Riscos como Ferramenta para a Vigilância Ambiental em Saúde. Informe Epidemiológico do SUS 2002; 11(3/4) : 227 - 239.
4. Pelicioni, M. C. F. Educação em Saúde e Educação Ambiental: Estratégias de Construção da Escola Promotora da Saúde. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2000.
5. Martins, F L. Gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde análise comparativa das legislações federais, 2004.f.135. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense, Niterói. Disponível em : [http://www.inmetro.gov.br/ producao intelectual/ obras_ intelectuais /61 obraIntelectual.pdf/](http://www.inmetro.gov.br/producao intelectual/ obras_ intelectuais /61 obraIntelectual.pdf/) (acessado em 21/03/2009).
6. World Health Organization-WHO. Health impacts of health-care waste. In: Safe Management of Wastes from Health-Care Activities. Geneva: WHO, 1999. Disponível em: [http://www.who.int/water sanitation health/ medicalwaste/itoxiv.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/ medicalwaste/itoxiv.pdf) (acessado em 20/11/2008).
7. Instituto Brasileiro de Administração Municipal-IBAM. Resíduos de Serviços de Saúde. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/publicue/media/Boletim3b.pdf> (acessado em 20/11/2008).
8. Hirose. J *et al* . Inactivation of antineoplastics in clinical wastewater by electrolysis. *Chemosphere*. 2005 Aug;60(8):1018-24. Epub 2005 Feb 23.
9. Tsakona M, Anagnostopoulou E, Gidaracos E. Hospital waste management and toxicity evaluation: a case study. *Waste Manag*. 2007;27(7):912-20. Epub 2006 Jul 26.
10. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução CONAMA n.º 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União 2005; 4 mai.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. (Série A. Normas e Manuais Técnicos) Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <http://www7.Anvisa.gov.br/servicosade/manuais/manualgerenciamentoresiduos.pdf/>(acessado em 19/10/2008).
12. Pan American Health Organization (PAHO). Conceito de Biossegurança. Disponível em: [www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/Bioseguranca .pdf/](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/Bioseguranca.pdf/) (acessado em 15/01/2009).
13. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Instituiu a Norma Regulamentadora NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Publicação Diário Oficial da União 1978; 06 jul.
14. Martins. I.; Rosa, H.V.D.. Considerações Toxicológicas da Exposição Ocupacional aos Fármacos Antineoplásicos. *Rev. Bras. Med. Trab.*, Belo Horizonte . Vol. 2. Nº 2 p. 118-125 abr-jun 2004. (disponível em <http://www.cepis.org.pe /bvsacd /cd49 /rbmt05.pdf>).
15. Blecha, F.P., Guedes, M.T.S.. Tratamento de radiodermatite no cliente oncológico: subsídios para intervenções de enfermagem. *Revista Brasileira de Cancerologia* 2006; 52(2): 151-163. Disponível em : www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71672008000400014&script=sciarttext - 68k/ (acessado em 12/01/2009).
16. World Health Organization. Policies and managerial guidelines for national cancer control programs. *Rev Panam Salud Publica*. 2002 Nov;12(5):366-70.
17. Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> (acessado em 10/12/2008).

18. Organização Pan-Americana da Saúde-OPAS. Disponível em: <http://new.paho.org/bra/index.php> (acessado em 12/01/2009).
19. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil; Rio de Janeiro; 2007. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/> (acessado em 12/01/2009).
20. The United State. Environmental Protection Agency-EPA. Disponível em: <http://www.epa.gov> (acessado em 12/11/2008).
21. European Environment Agency-EEA. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/pt/> (acessado em 12/11/2008).
22. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Disponível em: www.abnt.org.br/ (acessado em 20/11/2008).
23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico-PNSB. Rio de Janeiro, 2000.
24. Loureiro, V.P. Apresentação sobre Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro. Secretário de Estado de Obras do Estado do Rio de Janeiro. 2008. CD-ROM.
25. Jardim, N.S *et al.* Lixo Municipal: Manual de gerenciamento Integrado. 1ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1996.
26. 22 Dias, M.A.A. Resíduos dos Serviços de Saúde e a Contribuição do Hospital para a Preservação do Meio Ambiente. Rev. Academia de Enfermagem, vol. 2, n. 2, jan/04, p. 21-29. Disponível em: <http://www.sobragen.org.br/publi/publi3.pdf> (acessado em 12/01/2009).
27. Deus, A. B. S.; Luca, S. J.; Clarke, R. T. Índice de impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública (iirsp): metodologia e aplicação. Eng. sanit. ambient. Vol. 9 - Nº 4 out/dez 2004, 329-334. Disponível em : [http://dme.uma.pt/people/faculty/herlander.lima/Doc% 20 ImpactesAmbientais/06residuos_urbanos_saudepublica.pdf](http://dme.uma.pt/people/faculty/herlander.lima/Doc%20ImpactesAmbientais/06residuos_urbanos_saudepublica.pdf) (acessado em 30/01/2009).
28. Freitas, C.M. Avaliação de Riscos como Ferramenta para a Vigilância Ambiental em Saúde. Informe Epidemiológico do SUS 2002; 11(3/4): 227 - 239.
29. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Zveibil, V.Z.(org). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), 2001.
30. Ferreira JA, Anjos LA. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Cad Saúde Pública 2001; 17: 689-96.
31. Zanon U. Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: realidade epidemiológica ou ficção sanitária? Rev Soc Bras Med Trop 1990; 23:163-62.
32. Fay, M.F.; Beck, W.C.; Fay, J.M.; Kessinger, M.K. Medical waste. The growing issues of management and disposal. AORN J. 1990; Jun; 51(6):1493-7, 1500-8.
33. International Healthcare Worker Safety Center. Annual number of occupational percutaneous injuries and mucocutaneous exposures to blood or potentially infective biological substances. Disponível em: <http://www.med.virginia.edu/epinet/estimates.html/> (acessado em 30/01/2009).
34. Sorensen, B.H. *et al.* Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment- A review, Chemosphere, v.36 (2), p.357-93, 1998.
35. WHO. World Health Organization. The medical uses of ionizing radiation and radioisotopes. Washington: WHO. (World Health Organization Technical Report Series, 492). 1972.
36. Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br> (acessado em 10/11/2008).
37. Araújo, E B. A Utilização do Elemento Técnico-99m no Diagnóstico de Patologias e Disfunções dos Seres Vivos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola nº 6, Jul, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/06/a08.pdf> (acessado em 7/04/2009).
38. Levi, J J. Radiofármacos no tratamento da dor oncológica. Prática Hospitalar Ano X Nº 55. Jan-fev/2008.
39. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução RDC nº 306 de 7 de setembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União 2004; 10 dez.

40. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Versão Eletrônica 5.0 – CD – ROM. São Paulo: Positivo.(acessado em 15/03/2009).
41. Poder Executivo. Projeto de Lei nº 1991 de 2007. Dispõe sobre as diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. 2007, 4 jul. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf> (acessado em 15/03/2009).
42. Silva, A. C.N. et al.. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 18(5):1401-1409, set-out, 2002.
43. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Medicina e Segurança do Trabalho. Disponível em: www.mtb.gov.br/ (acessado em 30/03/2009).
44. Smith, C.A..Managing Pharmaceutical Waste – What Pharmacists Should Know. Journal of the Pharmacy Society of Wisconsin Nov/Dec 2002. Disponível em: www.pharmecology.com/ (acessado em 30/03/2009).
45. Boechat, L.. Riscos Ocupacionais em Oncologia. Revista Riopharma nº61-Nov/Dez 2005. Rio de Janeiro:Conselho Federal de Farmácia (CRF-RJ). Disponível em <http://www.crfRJ.org.br/crf/revista/61/17.asp> (acessado em 30/03/2009).
46. Kligerman et al. Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na FIOCRUZ como parte integrante de um Programa de Gestão Ambiental In: XI Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, Natal.
47. Paumgarten, F. J. R. Risk Assessment for Chemical Substances: The Link between Toxicology and Public Health. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (4): 439-447, oct/dec, 1993.Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v9n4/04.pdf>(acessado em 30/03/2009).
48. Definição de Câncer. Disponível em <http://www.abcancer.org.br> (acessado em 5/04/2009).
49. Guerra, M.R; Gallo, C.V. M; Mendonça,G.A. S.. Risco de câncer no Brasil: tendências e estudos epidemiológicos mais recentes. Revista Brasileira de Cancerologia 2005; 51(3): 227-234.Disponível em: <http://www.inca.gov.br/rbc/n51/v03/pdf/revisao1.pdf> (acessado em 5/04/2009).
50. Instituto Nacional de Câncer (INCA) - Situação do Câncer no Brasil. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2008/> (acessado em 5/04/2009).
51. Goodman & Gilman (org). As Bases Farmacológicas da Terapêutica; 11. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill Interamericana do Brasil; 2006.
52. EPUC. DEF-Dicionário de Especialidades Farmacêuticas -2007/2008. São Paulo ed. EPUB/EPUME/EPUC, 2007. P. 946.
53. Principais agentes antineoplásicos.Disponível em http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0506/alcvinca/alcvinca_ficheiros/page0005.htm/ (acessado em 5/04/2009).
54. Almeida, V.L. *et al* . Câncer e Agentes Antineoplásicos Ciclo-Celular Específicos e Ciclo-celular Não Específicos Que Integram Com o DNA: uma introdução. Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 118-129, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23048.pdf> (acessado em 06/04/2009).
55. Cardoso,EM.Aplicações da Energia Nuclear.Disponível em: <http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/2249> (acessado em 06/04/2009).
56. Navarro, M V T *et al*. Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica. História, Ciências, Saúde. Manguinhos, Rio de Janeiro, v.15, n.4, out.-dez. 2008, p.1039-1047.
57. Azevedo, A.C.P.Radioproteção em Serviços de Saúde. Programa de Radioproteção e Dosimetria. Escola Nacional de Saúde Pública. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana.FIOCRUZ. Disponível em www.cro-rj.org.br/.../Biosseguranca%20Raio%20X%20Fatores%20de%20Protecao.doc (acessado em 19/05/2010)
58. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN. Disponível em: www.ipen.br (acessado em 7/04/2009).

59. A União Europeia e a Gestão dos Resíduos. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus_pt.pdf. (acessado em 10/11/2008).
60. Síntese das Legislações Europeias. Disponível em: http://europa.eu/legislation_summaries/index_pt.htm (acessado em 03/02/2009).
61. Tavares AMB, Pereira.I.A. Análise comparativa da designação, definição e classificação de Resíduos Hospitalares em legislações da União Europeia – Revista Portuguesa de Saúde Pública, Vol.23, nº 1. Disponível em: http://www.observaport.org/NR/rdonlyres/r2_eqqgm565zdpmkgmna4cb32cbizbs4bdaae4joak3ahsmvddficeybln3n447sk4lt5nsnq3w4ea/analise_comparativa.pdf(acessado em 10/11/2008).
62. Cesário, M F F. Competência da EURATOM e Transposição das Directivas , 2007. Disponível em: <https://woc.uc.pt/fduc/getFile.do?tipo=2&id=3320/>(acessado em 10/11/2008).
63. The United States Environmental Protection Agency-EPA. Resource Conservation and Recovery Act (RCRA). Disponível em: <http://www.epa.gov/lawsregs/laws/rcra.htm> (acessado em 30/01/2009).
64. The United States Nuclear Regulatory Commission-USNRC. U.S.Environmental Protection Agency *et al.* Pollution Waste Management and Disposal, U.S,1991. Disponível em:<http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cwshome/715905/description#description> (acessada em 12/01/2009).
65. Arnost, SJ. Tratamento de Resíduos Sólidos - Curso de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde e de Tratamento de Água Para Hemodiálise, São Paulo: Conselho Regional de Química –IV Região,2005.CD-ROM.
66. Cordovil LTBV. Estratégias para o Tratamento de Resíduos Hospitalares de Origem Animal. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008. Disponível em: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/242889/1/dissertacao.pdf> (acessado em 07/09/2009).
67. International Agency for Research on Cancer IARC. Disponível em: www.iarc.fr/ (acessada 12/01/2009).
68. Benvenuto JA, Connor TH, Monteith DK, Laidlaw JA, Adams SC, Matney TS and Theiss JC. Degradation and inactivation of antitumor drugs. J Pharm Sci. 1993;82:988-991.
69. Castegnaro M, De Meo M, Laget M, Michelon J, Garren L, Sportouch MH and Hansel S. Chemical degradation of wastes of antineoplastic agents 2: Six anthracyclines: idarubicin,doxorubicin, epirubicin, pirarubicin, aclarubicin, and daunorubicin. Int Arch Occup Environ Health. 1997;62:378-384.
70. Hansel S, Castegnaro M, Sportouch MH, De Meo M, Milhavet JC, Laget M and Dumenil G. Chemical degradation of wastes of antineoplastic agents: cyclophosphamide, ifosfamide and melphalan. Int Arch Occup Environ Health. 1997;61:109-114.
71. Berek J et al: Chemical degradation of waste of antineoplastic agents amsacrine, azathioprine asparaginase and thiotepa Department of Analytical Chemistry, Charles University, Prague, Czech Republic. Ann Occup Hyg. 1998;42:259-266.
72. France. Direction générale de la sance for evnté. Circulaire interministérielle DGS/SD7B/DPPR nº 2007-14 du 8 janvier 2007 relative à la mise en oeuvre de l'appareil de prétraitement par désinfection des déchets d'activités de soins à risques infectieux. Disponível em: <http://www.sante.gov.fr> (acessado em 13/01/2009).
73. Belgique. Arrêté du Gouvernement wallon relatif aux déchets d'activités hospitalières et de soins de santé. Disponível em: <http://environnement.wallonie.be /LEGIS/ dechets /decat010.htm> (acessado em 13/01/2009).
74. European Commission. Nuclear Safety and The Environment. Management of Radioactive Waste Arising from Medical Establishments in The European Union. Brussels, 1999.
75. Smith C A., R. The right prescription. Managing pharmaceutical waste is environmentally correct and the law. Health Facilities Management, 2003. Disponível em <https://courses.washington.edu /uconj540/.../SmithUCONJ540.pdf> (acessado em 13/01/2009).

76. Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos-. ABETRE. Disponível em: www.abetre.org.br/ (acessado em 28/05/2010).
77. Serviço Utilização Comum dos Hospitais –SUCH. Disponível em: www.such.pt (acessado em 13/04/2009).
78. United State Environmental Protection Agency (EPA). Medical Waste Tracking Act of 1988 (MWTa) Public Law 100-582, Jan. 22, 1988 H.R. 3515. Disponível em <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/industrial/medical/mwpdfs/mwta.pdf> (acessado em 15/04/2009).
79. Smith, C. Risk Management of Pharmaceuticals Entering POTWs and Municipal Landfills from Routine Hospital Waste Management Practices. Disponível em: http://www.keepantibioticsworking.com/new/resources_library.cfm?refID=37598 (acessado em 13/04/2009).
80. The United State Environmental Protection Agency-EPA.The EPA Manifest Registry. Disponível em: <http://www.epa.gov/osw/hazard/transportation/manifest/index.htm>. (acessado em 30/01/2009).
81. Machado,PAL. Direito Ambiental Brasileiro. 11ª edição. São Paulo: Editora Malheiros.2003.
82. Brasil. Ministério do Interior. Decreto nº 73.030 de 30 de outubro de 1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências. Diário Oficial da União 1973; 30 out.
83. Brasil. Ministério de Estado do Interior. Portaria MINTER nº 53 de 01 de março de 1979. D.O.U. de 08 de março de 1979.
84. Brasil. Presidência da República. Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União 1981; 02 set.
85. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil.8ªEdição, São Paulo:Ed. Revista dos Tribunais, 2003.
86. Brasil. Presidência da Republica. Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União 1999; 11 fev.
87. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS). Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Secretaria Executiva, Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2001.
88. Brasil. Presidência da república. Lei federal 8080 de 19 de Setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.. Diário Oficial da União 1990; 19 set.
89. Brasil.Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA. Resolução CONAMA n.º 6 de 19 de Setembro de 1991. Desobrigada 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. Diário Oficial da União 1991; 30 out.
90. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA. Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Diário Oficial da União 1993; 31 ago.
91. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA. Resolução n.º 283 de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da União 2001; 1 out.
92. Sampaio,JAL;Wold,C;Nardy,A. Princípios de Direito Ambiental: na dimensão internacional e comparada.Belo Horizonte: editora Del Rey 1ª Ed; 2003. p. 284.

93. Brasil. Presidência da República. Lei nº 9605 de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União 1998; 13 fev.
94. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA. Resolução CONAMA n.º 313 de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da União 2002; 22 nov.
95. Confortin, AC. Estudo dos Resíduos de Serviços de Saúde do Hospital Regional do Oeste/Santa Catarina, 2001. f. 202. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção- Universidade de Santa Catarina.
96. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Consulta Pública nº48 de 4 de julho de 2000. Disponível em www.bvsde.paho.org/bvsacd/orum/consult.pdf (acessado em 16/02/2009).
97. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução RDC n.º 33 de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União 2003; 5 mar.
98. Brasil Presidência da República. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
99. Machado, PAL. Parecer Jurídico para a Organização Pan-Americana de Saúde sobre a Competência do Ministério da Saúde na área de saúde ambiental. Piracicaba 2004, 27 jan. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/parecer_saude_direito_ambiental.pdf (acessado em 05/02/2010).