



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Neemias Espindola dos Santos


**Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde Através de um Sistema
Computacional: Modelagem e Teste em uma Unidade de Saúde da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2016

Neemias Espindola dos Santos

**Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde através de um sistema computacional:
modelagem e teste em uma unidade de saúde da Universidade do Estado do Rio de
Janeiro**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva

Coorientador Prof. Dr. Luiz Antonio Arnaud Mendes

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S237 Santos, Neemias Espindola dos.

Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde através de um sistema computacional: modelagem e teste em uma unidade de saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Neemias Espindola dos Santos. – 2016.

147f.

Orientador: Elmo Rodrigues da Silva.

Coorientador: Luiz Antonio Arnaud Mendes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental 2. Resíduos de serviços de saúde - Dissertações. 3. Gerenciamento de resíduos - Dissertações. 4. Sistema de apoio à decisão - Dissertações. 5. Gestão - Tecnologia da informação – Dissertações. I. Silva, Elmo Rodrigues da. II. Mendes, Luiz Antonio Arnaud. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 628.4.046

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Neemias Espindola dos Santos

**Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde através de um sistema computacional:
modelagem e teste em uma unidade de saúde da Universidade do Estado do Rio de
Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em 07 de Abril de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva (Orientador)
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. Dr. Luiz Antonio Arnaud Mendes (Coorientador)
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. Dr. Luiz Carlos De Martini Junior
Diretor da De Martini Ambiental

Rio de Janeiro

2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a DEUS, a minha mãe Nicoleta, ao meu amigo Francisco Dias da Silva (*in memoriam*), pelo exemplo e incentivo, e ainda, a minha esposa Zênia e ao meu filho Matheus, pela inspiração, apoio e motivação.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a oportunidade de concluir mais esta etapa da minha vida profissional.

A minha esposa e meu filho, que me acompanham ao longo desta trajetória, pelo incentivo e compreensão nos momentos de ausência.

Ao meu irmão Natã, Programador de Computador, pelo apoio e participação fundamental na realização deste trabalho.

Ao Prof. Elmo Rodrigues da Silva pela amizade, incentivo, apoio e orientação competentes.

Ao Prof. Luiz Antonio Arnaud Mendes pela amizade, dedicação, orientação, ensinamentos e condução durante a presente pesquisa.

Aos Profs. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos e Fátima Sueli Neto Ribeiro pelo incentivo e ensinamentos.

Ao Prof. Luiz Henrique Aguiar de Azevedo (*in memoriam*), pelo apoio e participação no início desta pesquisa.

As colegas de turma Paula Thaise Bermudez dos Reis e Renata Simões Silveira pelo incentivo e companheirismo.

A todos os Professores, funcionários e colegas de turma do PEAMB que me ajudaram nessa formação.

Aos membros do Grupo Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos (COGERE/UERJ) pela participação, apoio e ajuda.

Ao amigos do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DESSAUDE/UERJ), pelo apoio e companheirismo.

Ao Ex-diretor da Policlínica Américo Piquet Carneiro (PPC/UERJ), Prof. Dr. João José Caraméz, que autorizou a realização do estudo piloto na Unidade de Cirurgia Ambulatorial (UCAMB).

A Enfermeira Darcília S. de Oliveira Azevedo, Chefe de Enfermagem da UCAMB/PPC, pelo apoio, orientação e participação na realização desta pesquisa.

Ao Subprefeito da PPC/UERJ, Engenheiro Hugo Blasquez Olmedo e ao Sr. Aluísio, Chefe da Unidade de Serviços Gerais da Subprefeitura da PPC/UERJ, pelo apoio e cooperação.

Tomou, pois, o SENHOR Deus ao homem
e o colocou no jardim do Éden para o cultivar e o guardar.

BÍBLIA, Gênesis, 2:15

RESUMO

SANTOS, Neemias Espindola dos. *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde através de um sistema computacional: modelagem e teste em uma unidade de saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro*. 2016. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

O gerenciamento dos resíduos gerados nas atividades de atendimento à saúde humana ou animal, incluindo os estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde, envolve diversos instrumentos legais e técnicos que estabelecem os procedimentos que devem ser seguidos desde a geração até a disposição final. Na gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) as principais dificuldades estão relacionadas com o manejo inadequado, ocasionando a exposição dos profissionais a riscos e o encaminhamento indevido de tais resíduos. Usualmente são empregados programas computacionais (*softwares*) como ferramentas de apoio no gerenciamento de resíduos em decorrência da grande quantidade de dados e informações que precisam ser tratadas. Neste trabalho foi realizada a modelagem e teste de um *software* para apoiar o Gerenciamento de RSS com sua aplicabilidade na Policlínica Américo Piquet Carneiro da UERJ. O estudo sobre resíduos sólidos e o emprego de *softwares* para o gerenciamento de resíduos foi realizado através da revisão bibliográfica sobre o tema. Foi construído um modelo conceitual do sistema computacional que serviu de base para definição da estrutura o banco de dados e codificação do programa. Na programação do sistema foi utilizada a arquitetura Cliente - Servidor composta por um módulo de interface do sistema, um banco de dados relacional e um módulo *WEB* para acesso via *browser*. Foi constatado, após a aplicação na unidade de saúde escolhida como estudo piloto, que o Gerenciamento de RSS com o sistema computacional desenvolvido apresenta desempenho satisfatório na construção de indicadores para monitorar o gerenciamento dos RSS fornecendo subsídios para a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), além de identificar os acidentes e levantar os riscos existentes nos ambientes do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS). Por ter sido desenvolvido numa arquitetura que permite ser *customizável*, o Sistema tem potencialidade para ser aplicado e validado em qualquer EAS.

Palavras-chave: Manejo de Resíduos; Gerenciamento de Resíduos; Resíduos de Serviços de Saúde; Sistema de Apoio à Decisão; Tecnologia de Informação.

ABSTRACT

SANTOS, Neemias Espindola dos. Management of *health services residues through a software*: Modeling and testing at one University of the State of Rio de Janeiro's health unit. 2016. XXXf Dissertation (Environmental Engineering Master) - Engineering College, University of the State of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

The management of generated residues at human or animal health care activities, including educational health institutions and researches involving different legal and technical instruments that establishes the procedures to be followed since generation until the final disposal of health services residual (HSR). At HSR's management the main difficulties are related to inappropriate handling, causing the exposure of workers to scratches and improper routing of those waste. Usually softwares are used as support tools at residues management due to the large amount of data and information that need to be treated. On that dissertation were made a software modeling and testing in order to support the HSR's Management and their applicability at Américo Piquet Carneiro UERJ's Polyclinic's. The study on solid residue and the use of software for management residue was carried out through literature review on the topic. It was built a conceptual model of the proposed computer system that was served as the basis for defining the structure of the database and program code. In system programming was used Client-Server Model architecture. It consists of a system interface module, a relational databases and WEB module for access via browser. It has been found after the application at the health unit chosen as pilot study, that the HSR's management using the computer system developed presents satisfactory performance in the construction of indicators to monitor the management of HSR, providing allowances for the implementation of a Model for evaluating plans for health service waste management (MPHSW) and identify accidents and raise the risks in ambience of health facility center. Having been developed on an architecture that allows it to be customizable, the system has the potential to be applied and validated in any health facility centers.

Keywords: Handling Residue; Management Residue; Health Services Residue; Decision Support System; Information Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Modelo conceitual do SIGER.....	49
Figura 2 –	Classificação dos principais riscos ocupacionais.....	53
Figura 3 –	Fluxograma das Etapas do Manejo dos RSS.....	57
Figura 4 –	Tela de acesso ao SIGER.....	59
Figura 5 –	Tela principal com menus.....	60
Figura 6 –	Tela do menu navegação.....	61
Figura 7 –	Estrutura da tela do submenu manejo de resíduos.....	61
Figura 8 –	Submenu para seleção do grupo de resíduos.....	62
Figura 9 –	Tela de caracterização do resíduo.....	63
Figura 10 –	Tela de coleta e transporte interno (roteiro).....	64
Figura 11 –	Estrutura da tela de avaliação da situação encontrada.....	64
Figura 12 –	Estrutura da tela do armazenamento temporário.....	65
Figura 13 –	Estrutura da tela do tratamento.....	66
Figura 14 –	Tela do Armazenamento Externo.....	66
Figura 15 –	Tela da coleta e transporte externos.....	67
Figura 16 –	Tela da disposição final.....	68
Figura 17 –	Tela do submenu levantamento dos riscos ocupacionais.....	69
Figura 18 –	Tela do submenu acidentes com manejo de resíduos.....	70
Figura 19 –	Tela do submenu infraestrutura.....	71
Figura 20 –	Tela do menu documentação.....	72
Figura 21 –	Tela do submenu manifesto de resíduos.....	72
Figura 22 –	Tela do menu cadastro.....	73
Figura 23 –	Tela do menu relatórios.....	74
Figura 24 –	Tela de consulta dos relatórios.....	75
Figura 25 –	Menu gráficos estatísticos.....	75
Figura 26 –	Tela de consulta dos gráficos estatísticos.....	76
Figura 27 –	Planilha de controle dos resíduos biológicos.....	78
Figura 28 –	Planilha de controle da coleta e transporte interno (roteiro 1).....	78
Figura 29 –	Planilha de controle da coleta e transporte interno (roteiro 2).....	76
Figura 30 –	Lista de verificação das etapas de segregação, acondicionamento e	

	identificação.....	80
Figura 31 –	Lista de verificação das etapas de etapa de coleta e transporte interno.....	81
Figura 32 –	Lista de verificação da Etapa de Etapa de Armazenamento Temporário.....	82
Figura 33 –	Lista de verificação da etapa de etapa de tratamento.....	83
Figura 34 –	Lista de verificação da etapa de etapa armazenamento externo.....	84
Figura 35 –	Lista de verificação da etapa de etapa de coleta e transporte externos.....	85
Figura 36 –	Consulta da etapa de disposição final.....	85
Figura 37 –	Relatório da Geração de Resíduos.....	86
Figura 38 –	Relatório das condições de risco identificadas.....	87
Figura 39 –	Relatório de acidentes como manejo de resíduos.....	88
Figura 40 –	Relatório de condições de infraestrutura.....	89
Figura 41 –	Gráfico da variação da geração de resíduos.....	90
Figura 42 –	Gráfico da variação da proporção de geração de resíduos.....	90
Figura 43 –	Gráfico da variação da proporção do percentual de reciclagem.....	91
Figura 44 –	Gráfico de acidentes com manejo de resíduos.....	91
Figura 45 –	Gráfico da variação da geração de resíduos na UCAMB.....	95
Figura 46 –	Gráfico da variação da proporção de resíduos na UCAMB.....	96
Figura 47 –	Mapa de risco do setor de repouso adulto pré e pós-operatório-leito da UCAMB.....	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Normas da ABNT para Gerenciamento de RSS.....	24
Quadro 2 –	Tipos de relatórios do SIGER.....	74
Quadro 3 –	Não conformidades levantadas na unidade de saúde.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ABREPLE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEADS	Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Coletiva
EPC	Equipamento de Proteção Individual
ESDI	Escola Superior de Desenho Industrial
EAS	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
USP	Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo
FEBF	Faculdade de Educação da Baixada Fluminense
FFP	Faculdade de Formação de Professores
FOUERJ	Faculdade de Odontologia
FAT	Faculdade de Tecnologia da
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
COGERE	Grupo de Estudos sobre Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos
GERE	Grupo de Gerenciamento de Resíduos da
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CAP	Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira
IBRAG	Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
IPRJ	Instituto Politécnico
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MVC	<i>Model-view-controller</i>
NBR	Norma Brasileira Registrada

NR	Norma Regulamentadora
PHLC	Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
PPC	Policlínica Piquet Carneiro da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PRODEC	Programa de Estudos e Desenvolvimento do Consumidor
PGRR	Programa de Gerência de Rejeitos Radioativos
PGRP	Programa de Gerenciamento de Resíduos Perigosos
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RCD	Resíduos da Construção Civil e Demolição
RSS	Resíduos de Serviços de saúde
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SindusCon-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SIGER	Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
SIGIRPE	Sistema de gerenciamento integrado de resíduos perigosos
SIGOR	Sistema estadual de gerenciamento <i>online</i> de resíduos sólidos
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
SUGERE	Sistema unificado para o gerenciamento de resíduos
SIMGERE	<i>Software</i> para avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares
UCAMB	Unidade de Cirurgia Ambulatorial
UNICAMP	Universidade de Campinas
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Kg	Quilograma
L	Litro
m ³	Metro cúbico

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1	Resíduos sólidos	20
1.1.1	<u>Classificação dos resíduos sólidos</u>	24
1.2	Resíduos de serviços de saúde	26
1.2.1	<u>Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde</u>	29
1.2.2	<u>Riscos associados aos resíduos de serviços de saúde</u>	31
1.3	Utilização de <i>softwares</i> para auxiliar no gerenciamento de resíduos sólidos ..	35
1.3.1	<u>Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição</u>	35
1.3.2	<u>Sistema estadual de gerenciamento <i>online</i> de resíduos sólidos (sigor)</u>	36
1.3.3	<u>Sistema de gerenciamento integrado de resíduos perigosos (SIGIRPE)</u>	37
1.3.4	<u>Sistema unificado para o gerenciamento de resíduos (SUGERE)</u>	37
1.3.5	<u>Software para avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares (SIMGERE)</u>	38
1.4	Gerenciamento de resíduos na universidade do estado do rio de janeiro (UERJ)	39
2	METODOLOGIA	45
2.1	Características da pesquisa	45
2.2	Escolha da área	47
2.3	Revisão da literatura	48
2.4	Modelagem do sistema computacional	49
2.4.1	<u>Levantamento de dados sobre o manejo de resíduos na área selecionada</u>	52
2.4.2	<u>Levantamento dos riscos ocupacionais associados ao manejo dos resíduos na área selecionada</u>	53
2.4.3	<u>Levantamento dos números de acidentes ocorridos na unidade</u>	54
2.4.4	<u>Levantamento das informações sobre a infraestrutura</u>	55
2.4.5	<u>Alimentação do banco de dados e teste do sistema</u>	55
2.4.6	<u>Informações inseridas no banco de dados</u>	56
3	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (SIGER)	57

3.1	Concepção	57
3.1.1	<u>Sistematização das informações</u>	57
3.1.2	<u>Telas de interface do <i>software</i></u>	58
3.1.2.1	Módulo navegação.....	60
3.1.2.2	Submenu manejo de resíduos.....	61
3.1.2.3	Submenu levantamento dos riscos ocupacionais.....	68
3.1.2.4	Submenu acidentes com manejo de resíduos.....	70
3.1.2.5	Submenu infraestrutura.....	70
3.1.2.6	Módulo documentação.....	71
3.1.2.7	Módulo cadastro.....	72
3.1.2.8	Módulo relatórios.....	73
3.1.2.9	Módulo gráficos estatísticos.....	75
3.2	Aplicação e teste do sistema computacional	76
3.2.1	<u>Planilhas de controle das etapas do manejo</u>	77
3.2.2	<u>Lista de verificação (<i>checklist</i>)</u>	79
3.2.3	<u>Relatórios de monitoramento dos RSS</u>	86
3.2.4	<u>Relatório das condições de risco identificadas</u>	86
3.2.5	<u>Número de acidentes com manejo de resíduos</u>	87
3.2.6	<u>Mapas de risco</u>	88
3.2.7	<u>Condições de infraestrutura</u>	88
3.2.8	<u>Gráficos estatísticos</u>	89
3.3	Resultados e discussão	92
3.3.1	<u>Análise da utilização do <i>software</i> no gerenciamento de RSS</u>	92
3.3.2	<u>Considerações sobre o gerenciamento de RSS na unidade de saúde estudada</u>	94
	CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	99
	RECOMENDAÇÕES	102
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE A - Formulários/questionários aplicados na Unidade de Saúde.....	108
	APÊNDICE B - Manual de Utilização do SIGER	121

INTRODUÇÃO

Contexto da Pesquisa

Dentre os problemas ambientais contemporâneos o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos constitui uma situação que gera diversas consequências negativas para o meio ambiente, trabalhadores e população em geral, das quais tem-se os efeitos nocivos à saúde humana causados pela exposição a substâncias ou produtos patogênicos, tóxicos e perigosos; a degradação ambiental gerada pela poluição do ar, solo e água; além da poluição estética e visual, causada pelas alterações da paisagem.

Para o enfrentamento deste problema é fundamental a integração da sociedade e do governo, cada um com atribuições e responsabilidades específicas. Além de conhecer seus direitos e obrigações os cidadãos devem estar conscientes da influência que exercem na prevenção e minimização dos impactos sobre o meio ambiente, através da adoção de algumas atitudes como: exercer o hábito do consumo consciente de materiais, alimentos, energia e recursos naturais, promover a separação de materiais recicláveis para a coleta seletiva, dentre outros. Na esfera governamental, há diversos instrumentos legais que estabelecem, desde políticas ambientais até as normas técnicas com os critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, esses dispositivos devem ser seguidos pelas empresas, organizações e entidades, públicas e privadas, e pela população em geral.

Nesse sentido a Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Dentre as responsabilidades estabelecidas na PNRS, caberá aos geradores dos resíduos classificados como Resíduos de Serviços de Saúde - RSS a elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, com a exigência de algumas diretrizes específicas, além da observância das normas estabelecidas no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA).

A legislação ambiental determina que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) e outros classificados como geradores de RSS são os responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos por eles produzidos desde o momento de sua geração até a sua destinação final. Este conjunto de procedimentos é denominado manejo de resíduos, envolvendo várias atividades do estabelecimento gerador que ocorrem em ambientes diferenciados.

Para que o manejo dos resíduos seja realizado de forma adequada faz-se necessária a adoção de procedimentos operacionais específicos, de uma estrutura física (ambiente de trabalho) apropriada e da utilização de materiais e equipamentos necessários para cada etapa do manejo. Nesse sentido as medidas técnicas e administrativas para o gerenciamento de RSS foram determinadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº. 358 (BRASIL, 2005) e pela ANVISA, RDC nº. 306 - Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, que estabeleceu o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) (BRASIL, 2004).

Justificativa e Relevância do Estudo

Em algumas unidades da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que geram resíduos classificados como RSS, foram desenvolvidos trabalhos acadêmicos que diagnosticaram a situação do manejo e da gestão dos resíduos nessas áreas. As pesquisas foram realizadas por Mendes (2005 e 2011), Longo e Monteiro (2007), Reis (2009) e Lima (2012), e evidenciaram a deficiência no manejo dos resíduos, principalmente no que se refere a etapa de segregação, bem como a necessidade de implementação de um sistema de gestão de resíduos.

O desenvolvimento das ações propostas na elaboração e implementação do PGRSS se torna uma medida importante e necessária nas unidades da UERJ que geram os RSS, não apenas pelo atendimento aos requisitos legais, mas também para a adoção de práticas ambientais sustentáveis que propiciem: a redução do volume dos rejeitos; tratamento e disposição final específicos; estímulo a reciclagem de materiais; eliminação e/ou redução da incidência de acidentes ocupacionais e a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Desta forma, o reconhecimento, a classificação e o levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados nos estabelecimentos, assim como a identificação dos riscos associados ao manejo, são etapas fundamentais para o gerenciamento adequado dos RSS, que

devem ser tratadas de forma integral considerando todo fluxo dos resíduos no estabelecimento.

Segundo BIDONE *et al.* (2001, p. 09):

A geração, coleta, transporte e destino final são etapas interdependentes que exigem cuidados específicos para garantir a segurança do pessoal envolvido no trabalho. Percebe-se, portanto, que todas as etapas são críticas em se tratando de RSS, não bastando voltar à atenção para uma das operações executadas. Para ser eficiente, o problema deverá ser abordado sob ótica global, pois atualmente sabe-se que uma etapa interfere no bom desempenho das demais.

Cabe destacar que este estudo traz inovações tecnológicas ao propor desenvolver um sistema computacional para apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Tal instrumento é interativo e voltado para gestores e usuários. A grosso modo, ele agrega de forma sistematizada os procedimentos operacionais a serem seguidos, possibilitando a geração, organização e acesso às informações sobre o manejo de resíduos, bem como o conhecimento da infraestrutura e segurança ocupacional dos estabelecimentos geradores de RSS que o adotem.

Objetivo Geral

- Apoiar o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde com o desenvolvimento de uma ferramenta computacional (*software*) e testar sua aplicabilidade na Policlínica Piquet Carneiro da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Objetivos Específicos

- Realizar a revisão bibliográfica sobre o assunto abordado na pesquisa;
- Modelar o Sistema Computacional de Apoio ao Gerenciamento Integrado de Resíduos de Serviços de Saúde;
- Levantar dados qualitativos e quantitativos dos resíduos gerados na área delimitada para o desenvolvimento do estudo;
- Identificar os riscos associados ao manejo dos resíduos;
- Análise dos resultados após o teste do Sistema Computacional e verificação da aplicação do mesmo para o desenvolvimento de um PGRSS;
- Elaborar um manual para usuários do sistema desenvolvido.

Estrutura do Trabalho

Este trabalho apresenta como introdução uma breve contextualização do tema, destacando o problema do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos e dando enfoque aos resíduos de serviços de saúde (RSS).

No primeiro capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que serviu de embasamento para fundamentação do tema abordado nesta pesquisa, enfatizando o gerenciamento dos resíduos sólidos e, especificamente, o gerenciamento dos resíduos gerados nos estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS).

No segundo capítulo são apresentados os procedimentos que foram seguidos para o planejamento e execução do estudo proposto, considerando o embasamento técnico metodológico, especialmente sobre a tipologia, forma de abordagem e objetivos da pesquisa.

No terceiro capítulo são apresentados os procedimentos que foram seguidos para a concepção do Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (SIGER), abrangendo aplicação em uma unidade de saúde, tendo como foco principal a sua utilização pelos gestores dos EAS como ferramenta de apoio no gerenciamento dos RSS. Ainda neste capítulo é feita uma exposição dos resultados e discussão a partir da experiência adquirida no desenvolvimento deste estudo.

Para finalizar são apresentadas as conclusões da pesquisa com algumas recomendações para a unidade de saúde onde foi aplicado experimentalmente o sistema desenvolvido. No final desta dissertação estão as referências bibliográficas, os anexos e os apêndices.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura sobre Resíduos Sólidos abrange aspectos conceituais, técnicos, normativos e legais que estabelecem as medidas que devem ser adotadas pelas organizações para o efetivo controle de suas atividades, visando a proteção do meio ambiente. Essas medidas abrangem, dentre outras, as ações relacionadas ao manejo dos resíduos, desde sua geração até a disposição final ambientalmente adequada. Neste capítulo são abordados os temas relevantes ligados ao tema e, especificamente, ao gerenciamento dos resíduos gerados nos estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), com objetivo de fundamentar o assunto abordado neste estudo.

1.1 Resíduos sólidos

De acordo com o Vocabulário Básico de Recursos Naturais e de Meio Ambiente do IBGE (2004, p. 201), o termo lixo é definido como: “restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semissólido ou semilíquido (com o conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente)”.

Segundo a Lei nº. 12.305 de 2010, que Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), no seu Capítulo II, Art. XVI define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Pelas definições apresentadas os termos “lixo” e “resíduos sólidos” assemelham-se, quando fazem referência a algo que foi utilizado e necessita ser descartado, ambos os termos designam tudo aquilo que sobra das atividades humanas e são eliminados através da deposição no meio ambiente. Segundo Mendes (2011) do ponto de vista conceitual, o termo “lixo” se refere aos restos oriundos de todas as atividades da sociedade, sejam elas

relacionadas à produção ou ao consumo, os quais são descartados no ambiente quando não há mais interesse de uso para quem os gerou.

Depois de gerado o lixo ou resíduo sólido existe a necessidade de se adotar medidas adequadas para eliminar ou reduzir ao máximo os efeitos adversos ao meio ambiente. Lançado em qualquer lugar ou inadequadamente tratado e disposto, o lixo é uma fonte de proliferação de insetos e roedores, com os consequentes riscos para a saúde pública, além de ser causa também de incômodos estéticos e de mau cheiro (BRAGA, *et al.* 2005).

Durante um longo tempo os impactos ambientais provenientes das atividades humanas, incluindo o descarte ou disposição inadequada dos resíduos sólidos, passaram despercebidos pela sociedade. Atualmente essa ideia vem sendo modificada em virtude da preocupação com as alterações da qualidade ambiental, possivelmente pela divulgação através dos meios de comunicação das consequências dos efeitos globais da poluição.

Dados comprovam que a geração de resíduos vem aumentando significativamente ao longo dos anos e, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) saltou de 76.387.200 toneladas/ano, em 2013, para 78.583.405 toneladas/ano em 2014, o que representa um aumento de 2,9%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9%. Cabe ainda destacar que 41,6% dos RSU ainda tem uma destinação inadequada indo para lixões ou aterros controlados sem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública, dessa maneira acarretando a tão indesejada poluição.

Na busca de soluções para os problemas socioambientais originados pela falta de uma gestão ambiental adequada dos resíduos sólidos urbanos, os Governos nas esferas federal, estadual e municipal, bem como outros organismos técnicos como Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabeleceram através da legislação e documentos normativos, os procedimentos administrativos e técnicos que visam garantir as condições necessárias à preservação do meio ambiente, proteção da saúde da população e consequente melhoria da qualidade de vida.

No que se refere a legislação ambiental, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010), segundo Rauber (2011) constitui um marco regulatório na área de Resíduos Sólidos. Resultante de ampla discussão com os órgãos de governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil, a PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos no País. Um dos instrumentos da PNRS é a obrigatoriedade das organizações se estruturarem e gerarem um

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) de seus empreendimentos ou atividades, que será parte integrante do processo de licenciamento ambiental pelo órgão competente, estando sujeitos à elaboração deste plano as seguintes atividades geradoras:

- Serviços públicos de saneamento básico;
- Indústrias;
- Serviços de saúde;
- Mineração;
- Comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos;
- Construção civil;
- Agrossilvopastoris.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, além de atender as exigências contidas na própria PNRS, deverá observar as normas estabelecidas pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental e pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS). Dentre as normas estabelecidas, se incluem as resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

As Resoluções RDC ANVISA nº. 306, de 07/12/2004 (BRASIL, 2004) e CONAMA nº. 358 de 29/04/2005 (BRASIL, 2005) disciplinam os procedimentos técnicos e administrativos para o gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) nos estabelecimentos geradores em todo país, determinando as regras que devem ser seguidas para prevenir os efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública, ocasionados pela falta de um gerenciamento adequado dos resíduos, além de considerar a proteção dos trabalhadores envolvidos no manejo. As resoluções preconizam que todo gerador deve elaborar e implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

Apesar da semelhança na definição dos conceitos, ambas as resoluções apresentam campos de atuação distintos, a da ANVISA abrange o gerenciamento dos RSS em todas as etapas do manejo determinando os procedimentos operacionais que devem ser seguidos pelos estabelecimentos geradores de RSS e dispendo das orientações para fiscalização, por parte dos órgãos de vigilância sanitária. Já a do CONAMA trata dos aspectos relacionados ao tratamento e a disposição final dos RSS, indicando os órgãos ambientais competentes dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, como responsáveis por determinar os critérios para o licenciamento ambiental.

No Estado do Rio de Janeiro, uma das principais regulamentações sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde é a Lei nº. 4191, de 30/09/2003 (RIO DE JANEIRO, 2003), regulamentada pelos Decretos nº. 41.084, de 20/12/2007 (RIO DE JANEIRO, 2007) e nº. 41.122, de 09/01/2008 ((RIO DE JANEIRO, 2008), e complementada pela Lei nº. 6805, de 18/06/2014 (RIO DE JANEIRO, 2014), com a inclusão do tema Logística Reversa, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Esta Lei traz princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais.

Com referência aos resíduos de serviços de saúde, a Lei nº. 4191, esta cita em seu Art. 5º:

Os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde portadores de agentes patogênicos deverão ser adequadamente acondicionados, conduzidos em transporte especial, e deverão ter tratamento e destinação final adequados, atendendo às normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, e às condições estabelecidas pelo Órgão Estadual responsável pelo licenciamento ambiental, respeitadas as demais normas legais vigentes. (RIO DE JANEIRO, 2003).

Como instrumento de fiscalização e controle, esta Lei estabelece ainda, no seu Art. 16º que:

Ficam sujeitas a prévio licenciamento ambiental pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente, sem prejuízo de outras autorizações legalmente exigidas: [...] “as atividades e obras de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos de origem de estabelecimentos de serviços de saúde, de portos e aeroportos [...]. (RIO DE JANEIRO, 2003).

Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Órgão Estadual de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, estabeleceu através da Resolução INEA nº. 50, de 27/02/2012 (RIO DE JANEIRO, 2012), os procedimentos para elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), tornando esse documento integrante do processo de licenciamento ambiental.

As Normas Técnicas emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) têm importância fundamental no estabelecimento de alguns requisitos técnicos que envolvem o gerenciamento de resíduos, pois além de servirem de referência para elaboração das leis, resoluções e regulamentos, em alguns casos, a legislação exige o atendimento compulsório de seus requisitos. O Quadro 1 apresenta algumas dessas normas técnicas aplicáveis ao gerenciamento de RSS.

Quadro 1 - Normas da ABNT para Gerenciamento de RSS

Norma NBR ABNT	Título
12235/1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento
12808/1993	Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação
12810/1993	Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento
13853/1997	Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio
10004/2004	Resíduos sólidos – Classificação
9191/2008	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio
13221/2010	Transporte terrestre de resíduos
12807/2013	Resíduos de Serviços de Saúde – Terminologia
12809/2013	Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
7500/2013	Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produto.
14652/2013	Coletor-transportador de resíduos de serviços de saúde - Requisitos de construção e inspeção
14725/2012	Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ)

Fonte: O Autor, 2016.

Dentre as normas da ABNT citadas no Quadro 1, a NBR 12809 de 19/04/2013 (ABNT, 2013), estabelece os procedimentos necessários ao gerenciamento intraestabelecimento e resíduos de serviços de saúde os quais, por seus riscos biológicos e químicos, exigem formas de manejo específico, a fim de garantir condições de higiene, segurança e proteção à saúde e ao meio ambiente, apresentando em seu conteúdo uma correspondência com as diretrizes contidas nas Resoluções RDC ANVISA nº. 306, e CONAMA nº. 358, que determinam os critérios técnicos legais para o gerenciamento dos RSS.

1.1.1 Classificação dos resíduos sólidos

Dentre os aspectos técnicos que envolvem o gerenciamento dos resíduos sólidos a sua correta classificação é uma etapa fundamental nesse processo. A Norma da ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004), cujo objetivo é classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente, define-os como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso

soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Essa norma classifica os resíduos sólidos em dois grupos: perigosos (resíduos classe I) e não perigosos (resíduos classe II), sendo esta última categoria subdividida em não inertes (classe II A) e inertes (classe II B). Os resíduos perigosos (resíduos classe I) são classificados pelas suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e ainda em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas poderem originar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças, ou impacto ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Os resíduos não perigosos inertes (resíduos classe II B), segundo a Norma, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, desde que caracterizados após serem submetidos a testes específicos para atestar que nenhum de seus constituintes foi solubilizado a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Os resíduos não perigosos não inertes (classe II A) são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos perigosos (classe I) ou de resíduos inertes (classe II B), mas podem apresentar propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

A PNRS (BRASIL, 2010) apresenta uma classificação que leva em consideração a origem e a periculosidade dos resíduos. Quanto à origem os resíduos são classificados em:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

- g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluído os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Quanto à periculosidade os resíduos são classificados em:

- a) Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com a legislação, regulamento ou norma técnica;
- b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a".

Ainda segundo a PNRS, os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, se caracterizados como não perigosos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, serem equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

1.2 Resíduos de serviços de saúde

Os resíduos gerados nos serviços de saúde, parte integrante dos Resíduos Sólidos, são aqueles resultantes das atividades relacionadas com o atendimento à saúde humana ou animal, incluindo hospitais, farmácias, clínicas odontológicas e veterinárias, assistência médica domiciliar, necrotérios, instituições de cuidado para idosos, hemocentros, laboratórios de análise clínicas e de pesquisa, instituições de ensino e pesquisa na área da saúde, entre outros.

Independentemente da quantidade gerada, os RSS apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes patogênicos biológicos, químicos e

físicos em sua composição, por essa razão, necessitam de cuidados específicos durante todas as etapas de seu manejo, exigindo medidas administrativas, de planejamento e de controle que devem ser realizadas por todo pessoal envolvido e coordenadas por um gestor responsável do EAS.

A RDC ANVISA nº. 306, estabelece que tais serviços sejam os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, considerando como serviços de saúde:

Todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares (ANVISA, 2004, p. 6).

Devido a heterogeneidade dos componentes dos RSS, a RDC ANVISA nº. 306 apresenta uma classificação de acordo com a natureza, características e consequentes riscos ao meio ambiente e a saúde, dividindo os resíduos em cinco grupos: Grupo A (infectantes), Grupo B (químicos), Grupo C (radiativos), Grupo D (comuns) e Grupo E (perfurocortantes). A classificação, realizada no momento da segregação do resíduo na fonte, é uma etapa fundamental no gerenciamento, pois a partir do conhecimento da natureza dos resíduos são determinados os procedimentos para as demais etapas do manejo.

Os resíduos do Grupo A (infectante) são aqueles com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção. Este Grupo está subdividido em cinco categorias: A1, A2, A3, A4, A5.

Grupo A1:

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

Grupo A2:

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

Grupo A3:

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

Grupo A4:

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

Grupo A5:

Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons (BRASIL, 2004, p. 24-25).

Os resíduos do Grupo B (químico) são aqueles contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, tais como: produtos farmacêuticos sem risco químico; produtos farmacêuticos com risco químico; resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes; efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores); efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas e demais produtos considerados perigosos: tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos.

Os resíduos do Grupo C são qualquer material resultante de atividade humana que contenha radionuclídeo em quantidade superior ao limite de isenção especificado em norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Enquadra-se neste grupo o rejeito radioativo ou contaminado com

radionuclídeo, proveniente de laboratório de pesquisa e ensino na área da saúde, laboratório de análise clínica, serviço de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução da CNEN.

Os resíduos do Grupo D são aqueles que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares, tais como: papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em antisepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1; sobras de alimentos e do preparo de alimentos; resto alimentar de refeitório; resíduos provenientes das áreas administrativas; resíduos de varrição, flores, podas e jardins e resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

Os resíduos do Grupo E são os 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.

1.2.1 Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde

Ao tratar deste assunto é comum não se atentar para as diferenças existentes entre os conceitos de gestão e gerenciamento. De maneira geral, gestão se refere às atividades de administração, planejamento, organização, controle, dentre outras, realizadas pelas organizações visando atingir seus objetivos estratégicos, já o gerenciamento trata dos procedimentos e normas operacionais para organizar, planejar e executar as determinadas atividades. A RDC ANVISA nº. 306 define como gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde:

“Conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas, técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e proporcionar um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores e à preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente”. (BRASIL, 2004)

De acordo ainda com essa norma, as diretrizes para o gerenciamento dos RSS são estabelecidas através do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), documento que aponta e descreve todas as ações relativas ao manejo dos resíduos de serviços de saúde, observadas suas características e riscos, contemplando os aspectos

referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública do trabalhador e do meio ambiente.

O manejo dos RSS engloba as etapas de segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta externa, transporte externo, tratamento e disposição final dos referidos resíduos, conforme descrição a seguir:

- Segregação: separação dos resíduos, conforme a classificação dos Grupos (A, B, C, D e E) no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos;
- Acondicionamento: ato de embalar os resíduos segregados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos, resistentes às ações de punctura, ruptura e tombamento, e, quando couber, que tenham compatibilidade química com o conteúdo;
- Identificação: conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos riscos presentes nos resíduos acondicionados, de forma clara e legível em tamanho proporcional aos sacos, contenedores e seus ambientes de armazenamento, conforme simbologia específica;
- Transporte interno: traslado dos resíduos dos pontos de geração até local destinado ao armazenamento temporário ou armazenamento externo;
- Armazenamento, que ocorrerá em três situações distintas:
 - Armazenamento externo: guarda de contenedor de resíduo em ambiente exclusivo, com acesso facilitado para a coleta externa;
 - Armazenamento interno: guarda do resíduo contendo produto químico ou rejeito radioativo na área de trabalho, em condições definidas por profissional responsável para essa atividade;
 - Armazenamento temporário: guarda temporária do contenedor de resíduos de serviços de saúde, em ambiente próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do serviço e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa;
- Coleta e transporte externos: remoção dos resíduos de serviços de saúde do abrigo externo até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-se de técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento;

- Tratamento: aplicação de processo que modifique as características físicas, químicas ou biológicas dos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de dano ao meio ambiente ou à saúde pública;
- Destinação: encaminhamento dos resíduos de serviços de saúde para reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético, tratamento, disposição final ou outro encaminhamento admitido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS e do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária - SUASA.

Na interpretação da RDC ANVISA nº. 306 subentende-se que um dos pontos importantes na sua elaboração foi a abordagem do gerenciamento dos RSS através do processo de trabalho que se dá no fluxo das etapas do manejo, considerando o ambiente físico, os recursos materiais e humanos envolvidos.

De acordo com o Dicionário de Educação Profissional em Saúde da FIOCRUZ, organizado por Pereira e Lima (2008), que conceitua o processo de trabalho em saúde levando em conta a prática dos trabalhadores/profissionais de saúde inseridos no dia a dia da produção e consumo de serviços de saúde, os elementos que compõem o processo de trabalho são:

[...] portanto, os três elementos componentes do processo de trabalho são: a atividade adequada a um fim, isto é, o próprio trabalho, o objeto de trabalho, ou seja, a matéria a que se aplica o trabalho, e os instrumentos ou meios do trabalho (Dicionário de Educação Profissional em Saúde da FIOCRUZ, 2008, p. 321).

Nesse sentido considerar cada uma das etapas envolvidas no processo de trabalho para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento, abrangendo os procedimentos de execução das tarefas, as características dos ambientes de trabalho, os equipamentos e materiais utilizados, torna-se imprescindível para o planejamento e implementação das medidas que visam o correto gerenciamento dos RSS, apoiadas nas legislações e normas técnicas.

1.2.2 Riscos associados aos resíduos de serviços de saúde

“Os resíduos de serviços de saúde são parte importante do total de resíduos sólidos urbanos, não necessariamente pela quantidade gerada (cerca de 1% a 3% do total), mas pelo potencial de risco que representam à saúde e ao meio ambiente” (BRASIL, 2006, p. 29). As

atividades de atenção à saúde utilizam uma grande quantidade de substâncias e materiais que, se não forem gerenciados de maneira adequada, põem em risco a saúde dos trabalhadores que os manuseiam diretamente, por serem constituídos de organismos patogênicos, substâncias tóxicas, radioativas e materiais perfurocortantes, que poderão provocar lesões, intoxicações e outros agravos a saúde. Além desses trabalhadores os profissionais que atuam no manejo dos resíduos desde sua remoção no ponto de geração até a destinação final também ficam expostos, conforme detalhamento a seguir:

Os profissionais envolvidos no manejo dos resíduos resultantes do processo de assistência à saúde ficam expostos a vários fatores de risco tais como: instrumentos perfurocortantes, materiais contendo sangue e líquidos corpóreos, peças anatômicas, fármacos, produtos químicos utilizados nos processos de limpeza e desinfecção, assim como, riscos originados nos resíduos classificados como comuns. Estes profissionais estão expostos a riscos inerentes ao processo do cuidar, pois a manipulação de materiais potencialmente contaminados, como os materiais biológicos, químicos e perfurocortantes, fazem parte de sua rotina de trabalho (SALLES, C. L. S.; SILVA, A. 2009).

Além do risco potencial para os trabalhadores, sejam do próprio estabelecimento de saúde ou de outros setores externos, como os responsáveis pelo transporte, tratamento e disposição final, outro aspecto se refere aos efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública em decorrência da destinação inadequada desses resíduos, por exemplo, no lançamento efetuado em lixões ou aterros controlados, podendo contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas, além de oferecer riscos de lesão e contaminação aos “catadores” que os manuseiam.

Segundo Marangoni (2006), os RSS envolvem dois problemas principais. Um, abrangendo uma esfera mais individual está ligado diretamente aos funcionários e aos riscos que os cercam, quanto ao manejo desse resíduo. O outro, sob uma visão socioambiental e sanitária é o destino dado a este tipo de resíduo e como fazê-lo sem prejuízo ao ambiente e à população.

Como abordado anteriormente, para auxiliar na solução dos problemas causados pelos RSS e considerando os riscos potenciais envolvidos, as Resoluções RDC ANVISA nº. 306 e CONAMA nº. 358, apresentam os procedimentos adequados para todas as etapas do manejo e disposição final dos RSS que devem ser seguidos pelos estabelecimentos geradores. As ações de proteção à saúde e segurança dos trabalhadores é um aspecto relevante que deve estar incluído no desenvolvimento e a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através das Normas Regulamentadoras (NR) estabelece um conjunto de requisitos e procedimentos técnicos relativos à segurança e saúde ocupacional que determinam as medidas de prevenção, minimização e eliminação de riscos inerentes às atividades e/ou aos ambientes de trabalho. No que se refere ao gerenciamento de resíduos, a observância de algumas normas, tais como: NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (BRASIL, 1978), NR 7 - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO) (BRASIL, 1978), NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) (BRASIL, 1994), NR 15 - Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 1978) e NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde (BRASIL, 2005) tornam-se fundamentais para a prevenção e controle dos riscos potenciais existentes.

No processo de construção do PGRSS a etapa de diagnóstico da situação dos RSS envolve, além do levantamento do manejo dos resíduos, a identificação dos possíveis riscos associados com objetivo de orientar a adoção de medidas de controle por parte da gestão do estabelecimento. Os riscos provenientes das atividades laborais são denominados Riscos Ocupacionais por estarem diretamente relacionados à exposição dos trabalhadores a fatores de risco que tem origem nos processos e ambientes de trabalho. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária:

Risco à Saúde é a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos à saúde relacionados com a exposição humana a agentes físicos, químicos ou biológicos, em que um indivíduo exposto a um determinado agente apresente doença, agravo ou até mesmo morte, dentro de um período determinado de tempo ou idade (ANVISA, 2006).

A NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) considera:

Os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho como Riscos Ambientais que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1994).

Ela classifica-os como:

[...] Agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom”. [...] “agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.[...] agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros (BRASIL, 1994).

A NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde tem por finalidade:

Estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles

que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral (BRASIL, 2005).

Dentre os diversos dispositivos estabelecidos, ela apresenta uma metodologia qualitativa para identificação dos riscos biológicos que se incluem no conjunto dos riscos ambientais, junto aos riscos físicos e químicos. A exposição ocupacional a agentes biológicos decorre da presença desses agentes no ambiente de trabalho.

A identificação dos riscos ocupacionais nas atividades e ambientes onde são processadas as etapas do manejo dos resíduos se torna uma parte importante da gestão dos RSS, principalmente quanto à prevenção das situações com potencial risco, podendo causar danos aos trabalhadores e/ou prejuízos à organização.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através da Portaria nº 25 (BRASIL, 1994) estabeleceu uma metodologia para elaboração do Mapa de Riscos, que consiste na identificação dos riscos existentes no local analisado de acordo com a classificação dos principais riscos ocupacionais por grupos (Químicos, Físicos, Biológicos, Ergonômicos e Acidentes). O emprego desta metodologia permite o estabelecimento de prioridades para tomada de decisão na adoção de medidas e estratégias que visam à eliminação ou minimização das condições de risco levantadas.

Hökerberg *et al.* (2006), no trabalho desenvolvido para implementação do processo de construção de Mapas de Riscos em um hospital público, apresenta como resultados a constatação que na maioria dos setores da unidade de saúde pesquisada não haviam registros sobre os materiais utilizados, o processo de trabalho e os resíduos produzidos, evidenciando-se ainda a presença de riscos químicos e ergonômicos apontados pelos trabalhadores, expressos na precária infraestrutura física e no acondicionamento e manejo inadequado das substâncias químicas.

O levantamento dos riscos associados aos RSS é indispensável para o estabelecimento das medidas preventivas em todas as etapas do manejo, de acordo com as orientações técnicas normativas determinadas na legislação, visando à identificação das situações que possam causar danos à integridade física e saúde dos trabalhadores.

1.3 Utilização de *softwares* para auxiliar no gerenciamento de resíduos sólidos

No contexto da gestão de resíduos sólidos observa-se o uso da tecnologia da informação no desenvolvimento de programas computacionais (*softwares*) para serem utilizados como ferramentas para apoiar a implementação das ações referentes ao gerenciamento dos resíduos específicos de determinados setores. Percebe-se que os dados e informações principais que orientaram a concepção dos modelos foram baseados no atendimento aos critérios normativos e técnicos exigidos pela legislação aplicável a cada área específica. A seguir serão apresentados de forma sucinta alguns sistemas computacionais, selecionados na pesquisa bibliográfica, que foram desenvolvidos para aplicação no gerenciamento de resíduos sólidos.

1.3.1 Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição

O *software* foi desenvolvido para auxiliar os gestores de municípios de pequeno porte no atendimento as determinações da Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002), que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) nos municípios. Os RCD são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e representam um grande volume entre os resíduos sólidos urbanos.

De acordo com Scremin *et al.* (2014), para permitir uma interface interativa e acessível ao usuário, o *software* foi composto em três estágios, o primeiro disponibiliza informações referentes aos RCD (legislação, normas, metodologias de caracterização quantitativa e qualitativa, formas de gerenciamento, textos técnicos, fichas para a coleta de dados que serão inseridos no sistema, dentre outras), no segundo estágio o usuário alimenta o sistema com as informações sobre os resíduos que serão processadas e armazenadas em um banco de dados e, ainda nesse estágio, o sistema fornece um diagnóstico da situação atual dos RCD no município e último estágio o sistema fornece alternativas/propostas para gestão dos RCD.

1.3.2 Sistema estadual de gerenciamento *online* de resíduos sólidos (Sigor)

Trata-se de uma ferramenta (programa computacional) para a Gestão de Resíduos da Construção Civil no Estado de São Paulo que foi desenvolvido por um grupo de trabalho composto pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP), houve ainda a cooperação técnica da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo (USP).

Além da Resolução CONAMA n.º. 307, outros dispositivos legais como a Lei n.º. 12.300, de 16/03/2006 (SÃO PAULO, 2006) , que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos e o Decreto n.º. 57.817, de 28/02/2012 (SÃO PAULO, 2012), que instituiu o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos, ambos do Estado de São Paulo e a Instrução Normativa IBAMA n.º. 13 (BRASIL, 2012), serviram de base para o desenvolvimento do programa computacional.

De acordo com as informações disponibilizadas pela CETESB, (2015), o SIGOR tem por objetivo gerenciar as informações referentes aos fluxos de resíduos da construção civil no Estado de São Paulo, da sua geração à destinação final, passando pelo transporte. Sua correta utilização assegura que os resíduos gerados sejam transportados por empresas cadastradas/licenciadas e destinados a locais devidamente legalizados, permitindo, assim, que os resíduos tenham destinos ambientalmente adequados. Os usuários do SIGOR são: CETESB, Prefeituras, Gerador, Transportadores e Áreas de Destino, que precisam ser previamente cadastrados para utilizar o sistema, exceto o órgão ambiental que é responsável pelo seu gerenciamento. O sistema permite a Prefeitura ter acesso às informações dos geradores, transportadores e áreas de destinação, permitindo agilidade nos processos, auxiliando na fiscalização e coletando dados para elaboração do Sistema Declaratório solicitado pela Política Estadual de Resíduos Sólidos. No sistema o usuário poderá emitir e acompanhar o Controle de Transporte de Resíduos (CTR), elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Obra (PGR), verificar as empresas transportadoras e de destino dos RCD, consultar a listagem de resíduos, consultar Legislações e Normas, dentre outros.

1.3.3 Sistema de gerenciamento integrado de resíduos perigosos (SIGIRPE)

O SIGIRPE foi resultado de uma pesquisa realizada por Mendes (2011), onde se desenvolveu um sistema computacional para servir como ferramenta de apoio a gestão e planejamento das ações, visando o gerenciamento integrado de resíduos perigosos gerados nas diversas instalações laboratoriais de uma edificação. Teve como principal objetivo desenvolver e implementar uma metodologia unificada para sistematizar as informações necessárias ao gerenciamento dos diversos tipos de resíduos perigosos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa dos Institutos de Química e Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

A modelagem do sistema teve como referência o atendimento aos requisitos das Resoluções RDC ANVISA nº. 306, CONAMA nº. 358 e Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que tratam de resíduos perigosos, especificamente resíduos caracterizados como químicos, biológicos e radioativos.

O sistema possui um banco de dados específico para o armazenamento das informações sobre a geração dos resíduos perigosos, além dos registros gráficos compostos pelas plantas baixas de arquitetura digitalizadas da edificação, dos dados literais (textos), dos dados numéricos, imagens e fotos, permitindo assim manter um inventário e cadastro permanentemente atualizados; o registro das condições da infraestrutura do local de geração dos resíduos; a elaboração de relatórios qualitativos e quantitativos, bem como respectivos gráficos estatísticos dos resíduos; e o registro das ocorrências relacionadas aos resíduos.

1.3.4 Sistema unificado para o gerenciamento de resíduos (SUGERE)

De acordo com Silva (2006), o Sistema Unificado para o Gerenciamento de Resíduos (SUGERE) foi desenvolvido a partir de uma metodologia que sistematizou as diversas atividades envolvidas no gerenciamento de rejeitos radioativos e demais resíduos perigosos de uma instalação nuclear, visando ser uma ferramenta de auxílio no processo de tomada de decisões da gerência, bem como para geradores, transportadores e prestadores de serviços. Ao abordar o Gerenciamento de Rejeitos, a autora faz referência as atividades típicas que o envolvem, através de um fluxograma composto pelas seguintes etapas/processos: minimização dos rejeitos, geração dos rejeitos, segregação,

descontaminação/desmantelamento, armazenamento para decaimento, pré-tratamento, tratamento (redução de volume), condicionamento, armazenamento, transporte, deposição dos rejeitos condicionados, reutilização/reciclagem e liberação para o ambiente.

Cabe ressaltar que a elaboração desse sistema computacional tomou como referência as exigências da legislação específica e as Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM) e da Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT).

O sistema disponibiliza um banco de dados com informações necessárias ao gerenciamento dos rejeitos tais como: lista dos dispositivos legais e normas regulamentadoras relevantes, listagem de empresas licenciadas ou credenciadas para determinadas atividades de gerenciamento dos rejeitos, como também para o transporte, características de resíduos perigosos ou rejeitos radioativos, documentos padronizados, fluxogramas ilustrativos e outros exemplos para escolha da estratégia adequada para gerenciamento.

Além do acesso às informações o programa permite, a partir da interação do usuário especializado: o acesso rápido a situação dos rejeitos de uma instalação e seu rastreamento nas etapas do gerenciamento, possibilidade de emissão de relatórios para os órgãos fiscalizadores, classificação dos resíduos perigosos ou rejeitos radioativos, preparação do manifesto dos rejeitos e outras documentações para o transporte, estabelecimento de procedimentos e recomendações, visualização de opções de formulários, execução de cálculos para o tempo de decaimento para rejeitos, orientações necessárias à elaboração e implementação do Programa de Gerência de Rejeitos Radioativos (PGRR) ou Programa de Gerenciamento de Resíduos Perigosos (PGRP), dentre outras funcionalidades.

1.3.5 *Software* para avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares (SIMGERE)

Segundo Massukado (2005), o *software* foi desenvolvido para auxiliar as administrações públicas municipais na gestão dos resíduos sólidos domiciliares por meio da simulação de cenários, mostrando os efeitos que poderão ocorrer a partir de possíveis mudanças nas estratégias da gestão. A concepção do modelo foi baseada numa gestão integrada dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) de forma sistêmica, integrada e holística, que possibilita visualizar as relações e conexões existentes entre todas as partes do sistema de resíduos sólidos e delas com o seu meio ambiente externo.

O SIMGERE fornece informações desde a projeção do crescimento da população e da produção de resíduos, o volume anual ocupado no aterro sanitário até a estimativa da sua vida útil, dos custos operacionais e da receita obtida com a venda dos resíduos recicláveis.

O sistema foi dividido em três blocos: composição gravimétrica, cenário e relatório, para seu funcionamento o usuário deverá preencher um conjunto de telas disponibilizadas pelo *software* com as informações referentes a composição gravimétrica dos resíduos, tais como: região, estado, município, população, ano da caracterização e os valores da composição gravimétrica dos resíduos e quantidade de resíduos produzidos por mês. Deverão também ser cadastrados os dados do aterro sanitário tais como: volume disponível do aterro sanitário, volume de compactação e volume de cobertura e para simulação econômica os dados relativos aos custos de operação do sistema de resíduos sólidos.

O *software* inicialmente dispõe para o usuário um cenário básico para gestão dos RSD, incluindo apenas duas etapas, a Coleta Convencional e a destinação do resíduo ao Aterro Sanitário. A partir desse cenário poderão ser inseridas alternativas de gestão como o encaminhamento para Central de Triagem e Beneficiamento, Usina de Compostagem e Coleta Seletiva. O sistema disponibiliza ainda a possibilidade de escolha de cinco opções para proposição dos cenários de gestão dos RSD. Como resultados das simulações poderão ser gerados os seguintes relatórios: dados gerais do cenário, dados gerais da simulação, cálculo da vida útil do aterro e simulação econômica.

1.4 Gerenciamento de resíduos na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

A UERJ possui diversas edificações que compõem seus *Campi* no Estado do Rio de Janeiro onde são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão, além das atividades sociais de atendimento à população. O maior complexo é o seu *Campus* Universitário Francisco Negrão de Lima, com uma área de 150.000 m², localizado no bairro de Vila Isabel na cidade do Rio de Janeiro. Ainda nessa cidade estão localizadas a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI), o Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP) e as quatro Unidades de Saúde: Faculdade de Ciências Médicas, Faculdade de Odontologia, Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE) e a Policlínica Piquet Carneiro (PPC). Os demais *Campi* situados em outros municípios são: Faculdade de Formação de Professores (FFP) - São Gonçalo, Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável

(CEADS) - Ilha Grande, Faculdade de Educação da Baixada Fluminense (FEBF) - Duque de Caxias, Instituto Politécnico (IPRJ) - Nova Friburgo e a Faculdade de Tecnologia (FAT) - Resende. Estas edificações abrigam os Estabelecimentos de Educação Superior e as Unidades de Saúde, podendo essas últimas serem caracterizadas como Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS). De forma geral, os prédios possuem toda infraestrutura física destinada às instalações de setores administrativos, salas de aulas, bibliotecas, auditórios, teatros, laboratórios de diversas especialidades, oficinas de manutenção, garagem de veículos, ambulatórios, clínicas, enfermarias, centros cirúrgicos, serviços de radiodiagnóstico e medicina nuclear.

As atividades realizadas nas edificações produzem diversos tipos de resíduos sólidos como: papéis, plásticos, papelões, metais, madeira, vidros, entulhos de obra, folhagens e galhos de podas de jardim, sucatas das oficinas, equipamentos e mobiliário em desuso, restos de alimento, que são classificados como comum, e são gerados também os resíduos perigosos: químicos, biológicos e radioativos, além dos materiais perfurocortantes e escarificantes.

Na Universidade, os serviços de conservação, limpeza e coleta dos resíduos gerados em todas as edificações é de responsabilidade da Prefeitura dos *Campi*, que é o órgão contratante e fiscalizador das empresas prestadoras desses tipos de serviços. Os resíduos classificados como comum são coletados periodicamente, entretanto, para aqueles passíveis de serem reciclados não há uma rotina de coleta e destinação estabelecida. Quanto aos resíduos perigosos, gerados principalmente nas unidades de saúde e nos diversos laboratórios de ensino e pesquisa, cada unidade tem um procedimento individualizado para coleta e destinação dos mesmos.

Além da Prefeitura dos *Campi*, apenas o HUPE possui um setor responsável pelo gerenciamento dos resíduos gerados naquele complexo hospitalar universitário. Esse setor cuida da fiscalização das empresas de coleta e destinação, da orientação das ações necessárias ao correto manejo dos resíduos intra-hospitalar e da implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

Conforme exposição anterior conclui-se que as ações para gestão dos resíduos realizadas pela Universidade ocorrem de maneira fragmentada e pontual, não permitindo a Instituição controlar, monitorar e avaliar adequadamente seu desempenho na área ambiental. Consta-se ainda que a Universidade, como um todo, tem um grande potencial para geração de resíduos sólidos e líquidos, em função da diversidade das atividades de pesquisa desenvolvidas nos laboratórios e nas áreas de saúde. Essa situação exige a adoção de procedimentos de gestão que devem ser planejados e implementados pela UERJ.

Segundo Silva *et al.* (2007),

A crescente produção de resíduos tornou-se também um dos grandes problemas e desafios a serem enfrentados pelas Instituições de Ensino e Pesquisa. Nelas são produzidos diversos tipos de resíduos e, dentre esses, estão os considerados perigosos - resíduos biológicos, químicos e radioativos - os quais, face aos riscos existentes necessitam de cuidados especiais através de gerenciamento adequado, desde o seu acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, até o destino final (Silva et al., 2007).

A UERJ, enquanto instituição de ensino, pesquisa e extensão, vem adotando ao longo dos anos algumas iniciativas para o enfrentamento do problema dos resíduos, através do desenvolvimento de pesquisas e projetos envolvendo pesquisadores, técnicos de diversas especialidades, alunos de graduação e de pós-graduação na Área Ambiental. Alguns destes trabalhos acadêmicos, traduzidos em Teses, Dissertações e Artigos, diagnosticaram aspectos relacionados à gestão dos resíduos e a partir das questões levantadas e discutidas, propuseram melhorias para o gerenciamento dos resíduos nos *campi* da Universidade. Dentre as pesquisas realizadas pode-se citar:

- Diretrizes para Implantação da Gestão Ambiental na Universidade do Estado do Rio de Janeiro - campus Francisco Negrão de Lima (MENDES, 2005). Sendo desenvolvido um estudo piloto no pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, onde estão situados os Institutos de Biologia e Química. Teve como resultado principal a formulação de uma proposta para política ambiental para Universidade;
- Avaliação das Condições Ambientais e de Segurança em Laboratórios de Pesquisa do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LONGO, 2006). O Instituto de Química fica localizado no pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha e a pesquisa objetivou, além da avaliação para o diagnóstico da situação, a proposição de medidas corretivas.
- Avaliação dos Resíduos dos Laboratórios de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biologia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma Contribuição ao Plano de Gerenciamento (MONTEIRO, 2007). O estudo foi desenvolvido no pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, onde ficam instalações dos Laboratórios do Instituto de Biologia. Esse trabalho evidenciou, dentre outros, o manejo inadequado dos resíduos, condições das instalações físicas e equipamentos impróprios e a necessidade de implantação do plano de gerenciamento de resíduos;

- Caracterização e Avaliação do Manejo de Resíduos dos Laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ (REIS, 2009). O objetivo geral da pesquisa foi diagnosticar os laboratórios do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (IBRAG) geradores de resíduos biológicos, químicos, radioativos e perfurocortantes. As instalações de tais laboratórios ficam localizadas em dois edifícios distintos, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha e Pavilhão Américo Piquet Carneiro. Os resultados obtidos neste trabalho apontaram que a maioria dos laboratórios não atendia o que preconiza a legislação RDC nº. 306 (ANVISA, 2004); os resíduos biológicos e perfurocortantes estavam sendo segregados de forma incorreta aumentando o volume de resíduo comum sendo descartado, coletado e disposto como resíduo biológico e que os resíduos químicos eram manejados de inadequadamente, oferecendo graves riscos físicos, químicos e de acidentes para os funcionários e alunos do IBRAG.
- Avaliação das Práticas de Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) na Faculdade de Odontologia da UERJ (FOUERJ) (FORNICIARI, 2008). A pesquisa foi desenvolvida no Pavilhão Paulo de Carvalho e teve como objetivo geral avaliar as práticas de manejo dos resíduos de serviços de saúde (RSS) na FOUERJ, resultado na identificação da necessidade de melhoria no manejo dos RSS, especificamente, quanto ao descarte de resíduos comuns, que deve ser feito separadamente dos resíduos biológicos, adequação do transporte interno e dos coletores de lixo e a interdição do descarte de resíduos químicos realizado na rede de esgoto;
- Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Perigosos: modelagem e validação nos laboratórios da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (MENDES, 2011). O estudo piloto foi realizado nos laboratórios dos Institutos de Biologia e Química, localizados no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha. Nesta pesquisa foi desenvolvido um programa computacional para aplicação no Gerenciamento de Resíduos Perigosos, que se demonstrou uma ferramenta de apoio à gestão dos resíduos. Foi evidenciada a necessidade e proposta uma estrutura organizacional para o gerenciamento integrado de resíduos na UERJ;
- Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LIMA, 2012). O estudo foi desenvolvido no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, onde ficam instalações dos laboratórios do Instituto de Química e teve como objetivo estudar os aspectos de

gestão e segurança do trabalho relacionados ao manejo de resíduos perigosos nos laboratórios, enfocando ações preventivas de minimização dos resíduos e o seu tratamento. Os resultados da pesquisa apontaram que a maioria dos laboratórios do Instituto de Química da UERJ, não atendiam, plenamente, as determinações da legislação RDC nº 306 da ANVISA (2004); os resíduos químicos perigosos eram manejados inadequadamente, expondo a graves riscos físicos, químicos e de acidentes para os tecnólogos e corpo docente, além da poluição ambiental dos receptores dos efluentes destes laboratórios e a necessidade da implantação nas instituições de ensino e pesquisa de programas de gestão e gerenciamento de resíduos químicos perigosos.

Os trabalhos acadêmicos apresentados demonstram que o diagnóstico da situação dos resíduos é um ponto fundamental para subsidiar a proposição de medidas adequadas para o gerenciamento. Segundo Silva e Mendes (2009), um dos requisitos preliminares para enfrentar o problema dos resíduos é identificá-los corretamente por meio de um diagnóstico apurado e consistente. O segundo requisito é a tomada de consciência pelos segmentos envolvidos sobre os problemas. O último diz respeito ao planejamento das ações e tomada de decisões, sendo fundamental na estrutura organizacional um setor responsável para estabelecer procedimentos e definir critérios de implantação e monitoramento do Gerenciamento de Resíduos.

Outra iniciativa da Universidade foi à criação pela Prefeitura dos *Campi*, em 2005, de um Grupo de Trabalho denominado Grupo de Gerenciamento de Resíduos (GERE/UERJ), com objetivo de elaborar um Plano institucional para o Gerenciamento de Resíduos na UERJ, foi composto por professores, técnicos e alunos de diversas formações, tendo uma Coordenação Geral, Vice-coordenação e responsáveis pelos resíduos comuns, químicos, radioativos, biológicos e perfurocortantes, projetos e infraestrutura e segurança do trabalho. O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios e outros setores geradores de resíduos localizados no *Campus* Francisco Negrão de Lima, tendo como área objeto de estudo o Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC). Foi identificando o problema dos resíduos e as condições de infraestrutura e de segurança do trabalho, através da aplicação de questionários e observação *in loco*. Um dos marcos deste trabalho foi a realização da I Semana de Resíduos no PHLC.

Sobre a experiência adquirida pelo GERE/UERJ nesta pesquisa Silva *et al.* (2007), ressaltou, dentre outras, que é fundamental a criação de uma estrutura administrativa e operacional para o Gerenciamento Integrado dos Resíduos, vinculado a uma política institucional para a Gestão Ambiental dos diversos *Campi* que compõem a Universidade e

que a coleta seletiva de materiais para reciclagem deve ser uma atividade incorporada aos serviços cotidianos e tratada de forma integrada ao gerenciamento dos outros resíduos existentes.

No âmbito do GERE/UERJ foram desenvolvidos alguns trabalhos acadêmicos pelos alunos dos cursos de pós-graduação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Doutorado Multidisciplinar em Meio Ambiente) voltados para área de gerenciamento de resíduos, alguns deles citados anteriormente.

Com a extinção do GERE/UERJ em 2007 pela Prefeitura dos *Campi*, os estudos sobre o gerenciamento de resíduos passaram a ser realizado pelo Grupo de Estudos voltado para o Consumo Sustentável e o Gerenciamento de Resíduos (COGERE), criado com a proposta de desenvolver e disseminar conhecimentos nesta área. Esse Grupo, composto por professores, técnicos e alunos da graduação e da pós-graduação, está vinculado ao Programa de Estudos e Desenvolvimento do Consumidor - PRODEC/Sub-Reitoria de Extensão e Cultura e à Faculdade de Engenharia da UERJ.

2. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos que foram seguidos para o planejamento e execução do estudo proposto, considerando o embasamento técnico e metodológico, especialmente sobre a tipologia, forma de abordagem para tender aos objetivos da pesquisa. O estudo foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas: escolha da área para coleta de dados, revisão da literatura, modelagem do sistema computacional, levantamento de dados e riscos sobre o manejo de resíduos na área selecionada, aplicação do sistema computacional, alimentação do banco de dados, teste e análise dos resultados do sistema modelado.

2.1 Características da pesquisa

O planejamento e a estruturação de uma pesquisa requerem o emprego de procedimentos científicos adequados a resolução ou o esclarecimento do problema abordado no estudo, pois de acordo com Gil (2008, p. 26): “pode-se definir pesquisa como processo formal e sistemático de desenvolvimento de método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.”

No que se refere às finalidades da pesquisa, Gil (2008) esclarece que uma pesquisa poderá ser classificada como pura ou aplicada. No caso da primeira busca-se o progresso da ciência desenvolvendo conhecimentos científicos sem a preocupação direta de uma aplicação prática e tem seu desenvolvimento de forma generalizada, visando a construção de teorias e leis. Já a pesquisa aplicada tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

A pesquisa aplicada, por sua vez, apresenta muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento; todavia, tem como característica fundamental, o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. Sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial [...] (GIL, 2008, p. 27).

Quanto à forma de abordagem do problema as pesquisas são classificadas de duas maneiras: quantitativa e qualitativa. A primeira necessariamente considera o que pode ser quantificável, buscando traduzir em números informações e dados para classificá-los e analisá-los. De acordo com Richardson *et al.* (2007, p. 70):

O método quantitativo, como o próprio nome indica, caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto na modalidade de coletas de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio padrão até às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.

Já a abordagem qualitativa considera que há uma relação entre o ambiente e o sujeito que não pode ser traduzida em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Richardson *et al.* (2007, p. 79) afirmam que “...o método qualitativo difere, em princípio, do quantitativo à medida que não emprega um instrumental estatístico como base do processo de análise de um problema. Não pretende numerar ou medir unidades ou categorias homogêneas.”

Do ponto de vista dos objetivos, segundo Gil (2008) uma pesquisa poderá ser exploratória, descritiva ou explicativa. A exploratória envolve levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso são desenvolvidos com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de uma determinada situação abordada no estudo. A descritiva tem como finalidade a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis; diversos estudos podem ser classificados sob essa tipologia e uma das suas principais características está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. Por fim, a pesquisa explicativa tem como foco central identificar os fatores que determinam ou contribuem para ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas.

No que se refere ao delineamento da pesquisa, segundo Gil (2008) após o estabelecimento do marco teórico ou sistema conceitual da pesquisa, que é fundamental para que o problema assuma significado científico, faz-se necessário confrontar a visão teórica do problema com a realidade, isto é, o ambiente onde são coletados os dados e obtidas as informações aplicadas na pesquisa.

O delineamento refere-se ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados. Entre outros aspectos, o delineamento considera o ambiente

em que são coletados os dados, bem como as formas de controle de das variáveis envolvidas (Gil, 2008, p. 49).

Gil (2008) apresenta uma classificação para os vários tipos de delineamento dividindo-os em dois grupos, um se refere à pesquisa bibliográfica e documental e o outro abrange a pesquisa experimental, a pesquisa *ex-post-facto*, o levantamento, o estudo de campo e o estudo de caso. Esta classificação nem sempre é válida, pois nem todas as pesquisas, devido as suas peculiaridades, se encaixam em um desses modelos. Porém, para o autor, na maioria dos casos a pesquisa pode ser classificada com base nesta divisão.

Ao explicar sobre a abrangência do estudo de caso como método de pesquisa, Yin (2001, p. 33) afirma que: [...] “estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo - com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados” [...]. Ele apresenta esse método utilizado em diversas situações, dentre as quais àquelas que abrangem estudos organizacionais e gerenciais.

No contexto do estudo proposto, a investigação com propósito de verificar como ocorre em uma situação real, o objeto que está sendo pesquisado, se assemelha com uma das finalidades de um estudo de caso.

Baseado nos conceitos metodológicos, este estudo classifica-se do ponto de vista da forma de abordagem do problema como qualitativo e do ponto de vista dos objetivos como exploratório, visando à modelagem de um sistema computacional para ser empregado no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, utilizando-se de um estudo de caso como estratégia para coleta de dados, aplicação e teste do sistema computacional.

2.2 Escolha da área

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), em função das atividades de prestação de serviços de atendimento à saúde humana, são considerados potenciais geradores de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), exigindo o planejamento e a adoção de procedimentos de gestão para o encaminhamento e destinação adequados dos resíduos gerados nos diversos ambientes e para a proteção dos profissionais envolvidos no manejo. Dessa forma são oferecidas as condições necessárias para a realização do estudo piloto, sendo

a etapa da pesquisa referente à coleta de dados sobre os resíduos, a aplicação e teste do sistema computacional.

O local selecionado para realização do estudo piloto foi Unidade de Cirurgia Ambulatorial (UCAMB), instalada na Policlínica Piquet Carneiro (PPC), integrante do Centro Biomédico da UERJ. Nesta unidade são realizadas cirurgias de pequeno e médio porte em quatro salas de cirurgia modernamente equipadas. As principais cirurgias realizadas são pediátricas e adultas, dentre elas: hérnia inguinal, escrotal, umbilical e incisinal, fimose e pequenos procedimentos proctológicos, fístulas artério-venosas, bem como cirurgias dermatológicas e oftalmológicas, sendo as de maior complexidade as de hérnia e FAV (fístula artério-venosa).

A autorização para realização do estudo piloto foi solicitada por meio de documento ao Diretor da PPC, mediante a apresentação do projeto de pesquisa que foi aprovado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Faculdade de Engenharia da UERJ. Na ocasião o Diretor da PPC autorizou a realização da coleta de dados e demais informações necessárias à pesquisa.

2.3 Revisão da literatura

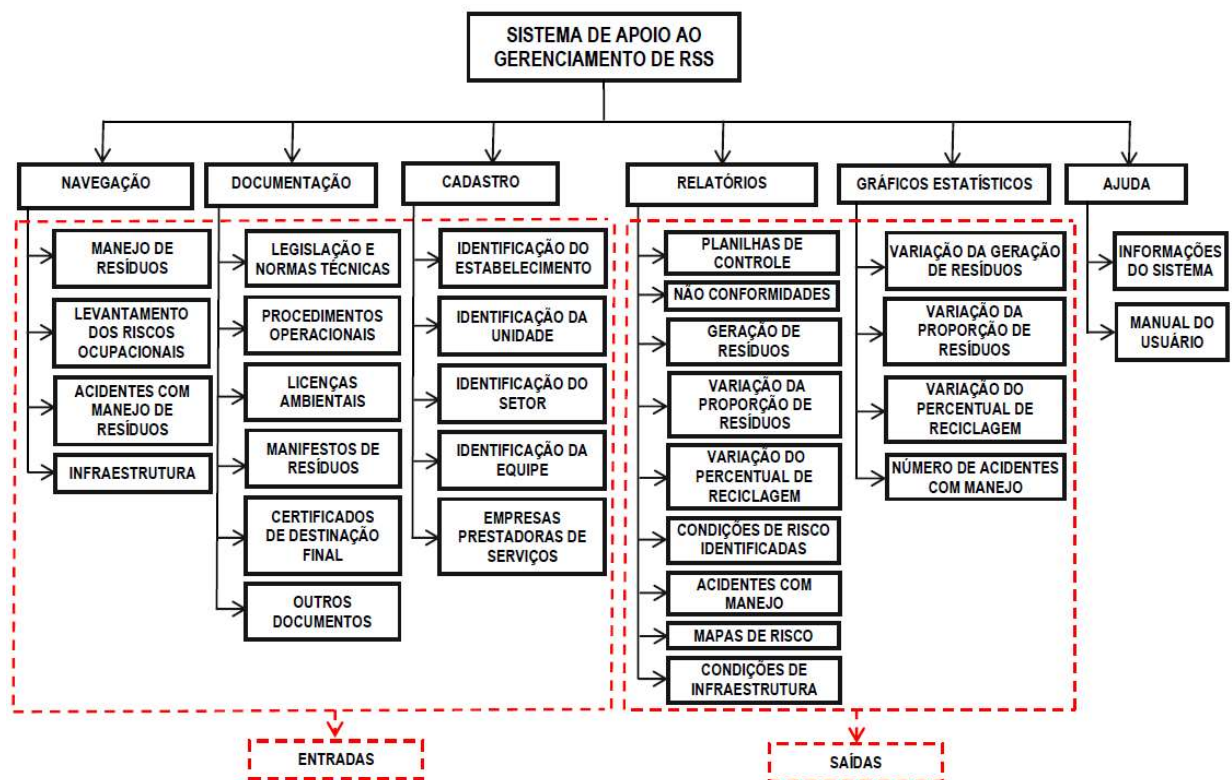
A pesquisa bibliográfica foi baseada na literatura publicada em livros, revistas, teses e dissertações utilizando-se como fontes de busca para localização e identificação dos estudos as principais bases de dados eletrônicas, tais como: portal de periódicos da CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde - BVS (BIREME), Medline, Lilacs, Scielo, além de outras fontes de informação como: Legislações e Normas Técnicas.

A revisão de literatura teve como referência os assuntos relacionados ao tema da pesquisa, como: resíduos sólidos, resíduos de serviços de saúde, gerenciamento de resíduos sólidos, gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, utilização da tecnologia da informação no desenvolvimento de programas computacionais e utilização de *softwares* para auxiliar no gerenciamento de resíduos sólidos. Com os assuntos analisados buscou-se a aquisição de informações para dar embasamento a pesquisa e estabelecer uma sistematização dos requisitos necessários ao gerenciamento de resíduos nos EAS.

2.4 Modelagem do sistema computacional

Para o desenvolvimento do sistema computacional, inicialmente, foram definidos os componentes do sistema e quais os resultados a serem alcançados após o processamento das informações com base nos requisitos necessários para o gerenciamento de RSS levantados no Referencial Teórico (Capítulo 1). Para demonstrar os componentes do sistema, ou seja, o conjunto de dados e informações e as relações entre as entradas e saídas foi construído um modelo conceitual para o projeto do *software*, denominado Sistema de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (SIGER), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Modelo conceitual do SIGER



Fonte: O Autor, 2016.

O modelo conceitual do projeto possibilitou ainda, ao autor deste trabalho, apresentar ao profissional responsável pela definição da linguagem de programação (programador), as ferramentas de desenvolvimento, a montagem da estrutura do banco de dados e acodificação do programa, a estrutura dos dados a partir dos principais componentes do sistema e como esses seriam organizados.

O desenvolvimento do sistema computacional demandou uma estreita comunicação e integração entre este autor e o programador na construção do *software* em todas as etapas, permitindo *feedbacks* constantes, facilitando a realização de correções e sugestões para alterações com o objetivo de minimizar erros e atingir em menor tempo a conclusão do trabalho.

O modelo conceitual (Figura 1) representa os principais componentes do sistema e foi subdividido em seis módulos estruturados de acordo com a sistematização das informações necessárias para o gerenciamento de RSS, a saber: Navegação, Documentação, Cadastro, Relatórios, Estatísticas e Ajuda. Cada módulo dispõe de um conjunto de itens para serem acessados pelo usuário permitindo a obtenção de informações, cadastramento e consulta aos dados.

O módulo de “Navegação” permite ao usuário através de *submenus*, visualizar a estrutura física da edificação proporcionando uma visão dos compartimentos que a compõe (edifício, pavimento, bloco e etc.). Neste módulo é feito o cadastramento dos dados e informações sobre o Manejo de Resíduos, Levantamento dos Riscos Ocupacionais e Acidentes envolvendo o manejo de resíduos, Infraestrutura. Possui ainda um *link* que disponibiliza a planta baixa da edificação, onde consta a indicação do nome de cada ambiente (consultório, sala de exame, posto de enfermagem, salas de cirurgia, expurgo, depósito de material de limpeza, etc.), permitindo aos usuários obterem uma visão global dos ambientes que compõem o EAS.

O módulo “Documentação” foi programado para disponibilizar as legislações e normas técnicas, os procedimentos operacionais, as licenças, os manifestos de resíduos, certificados de destinação final, contratos e outros documentos relacionados à gestão dos RSS, que poderão ser consultados pelos usuários do sistema.

No módulo “Cadastro” são inseridas as informações referentes ao estabelecimento, unidade, setor, equipe de profissionais e empresas prestadoras de serviço, sendo tais informações necessárias para a visualização da estrutura organizacional do estabelecimento, bem como serviram de base para o cadastramento dos itens relativos ao manejo de resíduos, levantamento dos riscos ocupacionais do estabelecimento, aspectos relativos a infraestrutura e registro dos acidentes ocorridos com manejo dos resíduos.

Já no módulo “Relatórios e Estatísticas” são disponibilizados os documentos gerados pelo sistema, onde através deles o usuário acessa as informações referentes às quantidades geradas de RSS, listas de verificação das etapas do manejo, variação da geração de resíduos,

levantamento de riscos etc. Caso o usuário necessite realizar a consulta, edição ou exclusão das informações inseridas no banco de dados este módulo também dispõe destas funções.

Quanto ao módulo “Ajuda” sua função é de fornecer informações sobre as funcionalidades do *software*, manual do usuário, suporte, manutenção e auxiliar o usuário na solução de dúvidas.

A partir da definição dos seis módulos que compõem o sistema gerenciamento de RSS proposto, foram definidas as tecnologias para o desenvolvimento do *software*, tendo como base as seguintes características:

- Aplicação em multiplataformas para permitir que o sistema seja executado em qualquer sistema operacional (*Windows, Linux* etc.);
- Execução em dispositivos móveis com a utilização do conceito de *Site* responsivo ou flexível, permitindo que a interface com o usuário se adapte a qualquer tamanho de dispositivo (*desktop, laptop, tablete* etc);
- Execução nos *browsers* mais utilizados (*Internet Explorer, Mozilla, Google Chrome* etc);
- Permitir o acesso de vários usuários com diferentes perfis de responsabilidade, caracterizando um sistema multiusuário.

O *Software* utilizou a arquitetura Cliente - Servidor, para permitir que os dados sejam armazenados em um banco de dados relacional e manipulados por diferentes usuários simultaneamente. Foi composto por um Módulo de Interface do Sistema (módulo de administração), um Bancos de dados relacional (*MySQL*) e um Módulo *WEB* (*Java, Java Script, HTML5 e Python*) para acesso via *Browser*. No desenvolvimento do sistema utilizou-se a tecnologia *Model-view-controller* (MVC), que é um tipo de arquitetura que separa o *software* em camadas (modelo, visão e controle), para facilitar a incorporação de novas funcionalidades, organização do desenvolvimento, tratamento de erros e melhoria no desempenho. Outro conceito utilizado foi o de Orientação a Objeto (OO) que consiste na estruturação do *software* em objetos (atributos e métodos) que permite, dentre outras facilidades, maior eficiência, extensão e portabilidade.

Para o usuário ter acesso às funções disponíveis do sistema a interface gráfica foi construída a partir de um conjunto de telas compostas por menus, abas, botões, *hiperlinks*, caixas de combinação (*combobox*), caixas de seleção (*checkbox*) e caixas de texto.

2.4.1 Levantamento de dados sobre o manejo de resíduos na área selecionada

A coleta dos dados sobre os resíduos foi baseada nos requisitos necessários a todas as etapas do manejo de acordo com o referencial teórico abordado, esses requisitos foram previamente sistematizados como entradas no sistema computacional. As informações foram obtidas através do contato direto do pesquisador / entrevistador com os profissionais da unidade de saúde selecionada, bem como a observação direta dos ambientes.

Como instrumento para auxiliar no roteiro das observações e entrevistas foram utilizados formulários/questionários (Apêndice A), levando-se em consideração, além do manejo dos resíduos, aspectos relacionados à segurança ocupacional e infraestrutura das instalações. Os quesitos foram formulados para serem respondidos na forma de excludentes (Sim/Não) e do tipo “Inadequado” e “Não se aplica” para a resposta do tipo inadequado, devendo complementarmente ser registrado o motivo da inadequação. Dentro dos quesitos foram também levantadas as quantidades dos resíduos gerados de acordo com cada tipologia (potencialmente infectante, químico, radioativo, comum e perfurocortante). A confecção do questionário foi sistematizada em forma de tabelas para facilitar o preenchimento e a transferência dos dados para o sistema computacional. Os quesitos foram agrupados de acordo com os seguintes tópicos:

- Identificação do estabelecimento;
- Identificação da unidade;
- Identificação do setor (compartimento onde ocorre o manejo dos resíduos);
- Informações da equipe;
- Manejo de resíduos;
- Infraestrutura;
- Levantamento dos Riscos Ocupacionais.

2.4.2 Levantamento dos riscos ocupacionais associados ao manejo dos resíduos na área selecionada

Para o levantamento / identificação dos riscos ocupacionais nos ambientes e instalações onde ocorre o manejo dos resíduos foi empregada a metodologia para elaboração do Mapa de Riscos, estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através da Portaria nº 25 (BRASIL, 1994), que consiste na identificação dos riscos existentes no local analisado de acordo com a classificação dos principais riscos ocupacionais por grupos (Químicos, Físicos, Biológicos, Ergonômicos e Acidentes), de acordo com a Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Classificação dos principais riscos ocupacionais

Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos Acidentes
Ruído	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: Portaria nº. 25 do MTE, de 29/12/1994 (BRASIL, 2004).

Este levantamento permitiu reunir as informações para o estabelecimento de um diagnóstico da situação de segurança do local avaliado e o fornecimento dos dados para confecção dos mapas de riscos. Assim como no levantamento de dados sobre o manejo, as perguntas foram sistematizadas em forma de tabelas para facilitar o preenchimento e a transferência dos dados para o sistema computacional. As perguntas do questionário abrangeram os assuntos descritos a seguir:

- Agente (grupo de risco);
- Especialização agente (fator de risco);
- Intensidade do Risco;
- Fonte geradora;
- Atividades desenvolvidas;
- Número de trabalhadores expostos;
- Medidas de proteção coletiva (EPC);
- Medidas de proteção individual (EPI);
- Medidas de organização do trabalho.

2.4.3 Levantamento dos números de acidentes ocorridos na unidade

Este relatório não considerou outros elementos normalmente empregados para elaborar as estatísticas e análise de acidentes do trabalho, foi criado como um indicador para registrar os acidentes com manejo dos RSS, identificando como uma das prováveis causas o tipo de resíduo envolvido na ocorrência. A Figura 39 apresenta um relatório em que foram utilizados dados fictícios, apenas para visualizar o documento gerado, que demonstra a variação de acidentes ao longo de um ano.

Para apresentar a variação dos acidentes do trabalho ocorridos nas atividades que envolviam o manejo de RSS foi criado um indicador, através de uma sistemática própria que leva em conta o número de acidentes ocorridos no setor e o tipo de resíduo manuseado, com a finalidade de acompanhar de forma direta a frequência da ocorrência de acidentes.

Este indicador serve como referência para medir e acompanhar a eficácia das medidas planejadas para o gerenciamento e revela em qual grupo de resíduos deverão ser revistos os procedimentos adotados no manejo, caso sejam recorrentes os acidentes do trabalho. Para obtenção das informações foi realizada uma simulação com dados fictícios, pois, verificou-se que a unidade não possuía sistemática para registrar esse tipo de acidente.

2.4.4 Levantamento das informações sobre a infraestrutura

Os locais onde são realizadas as etapas do manejo dos RSS devem oferecer condições que propiciem conforto, saúde e segurança, aos profissionais envolvidos neste processo. Um ambiente de trabalho adequado, além favorecer a execução das tarefas com eficiência e qualidade, é essencial para prevenir a ocorrência de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. Os principais fatores de conforto e segurança a serem observados nos locais de trabalho são: o dimensionamento e o *layout* das instalações; as condições de iluminação, ruído e temperatura; o estado dos equipamentos, utensílios e mobiliários; danos nas instalações físicas (como pisos irregulares, com depressões e escorregadios; paredes e tetos com revestimentos danificados; instalações hidráulicas e sanitárias defeituosas; instalações elétricas precárias ou improvisadas, etc.)

O levantamento das informações sobre a infraestrutura teve como objetivo identificar e avaliar o estado das instalações existentes nos diversos ambientes do EAS. Foi realizado considerando-se os aspectos relativos a infraestrutura, instalações e equipamentos, pois esses itens são componentes do processo de trabalho e devem estar em condições adequadas de uso e operação. Essas informações permitem ao gestor do EAS e a equipe envolvida no gerenciamento dos RSS conhecer as instalações, avaliar a necessidade de execução de manutenção preventiva e/ou corretiva e planejar o redimensionamento ou modificações dos espaços.

A verificação foi realizada através da observação direta do setor escolhido, sendo as situações verificadas sistematizadas em forma de tabela, abrangendo os seguintes itens: piso, teto, parede, iluminação/ventilação, instalações elétricas, hidráulicas e fluído-mecânicas, além de um campo para registro das condições das instalações e informações complementares.

2.4.5 Alimentação do banco de dados e teste do sistema

Após o desenvolvimento das telas de entrada de dados do sistema computacional, de acordo com modelo conceitual estabelecido para o projeto do *software* (Figura 1), passou-se a inserção das informações sobre o manejo dos resíduos da área selecionada para estudo.

As informações foram colhidas durante o mês de agosto de 2015, através de entrevistas junto aos profissionais do Setor de Enfermagem da unidade, do Setor de Serviços

Gerais do estabelecimento e da Equipe de Coleta e Transporte dos RSS. As entrevistas foram sistematizadas através da aplicação de formulários e questionários que foram preenchidos a medida que os profissionais responsáveis respondiam os quesitos formulados. Algumas questões foram respondidas apenas pela observação direta dos ambientes e atividades executadas, posteriormente todos os dados foram transferidos para o sistema computacional.

Após a entrada (*input*) de todas as informações, os dados foram processados pelo sistema computacional, obtendo como saída (*output*) o resultado deste processamento que foi traduzido através do armazenamento das informações no banco de dados e demonstrado nas telas e nos documentos impressos. Essa fase da pesquisa possibilitou a execução de repetidos ajustes na programação do sistema até a obtenção dos resultados esperados na aplicação do SIGER no gerenciamento de RSS da Unidade de Saúde.

2.4.6 Informações inseridas no banco de dados

A alimentação do banco de dados com as informações foi realizada para que o *software* fosse submetido posteriormente a fase de testes com objetivo de verificar todas as suas funcionalidades. Entretanto, verificou-se que a unidade selecionada para o estudo não possuía sistemática para registrar alguns requisitos exigidos no gerenciamento de RSS como a quantificação diária da geração de resíduos por grupo e o número de acidentes ocorridos com manejo. Além disso, a unidade não tinha processo de segregação para reciclagem ou reaproveitamento, os resíduos passíveis de tratamento eram destinados a empresa contratada e não havia geração dos resíduos do Grupo C - Radioativos. Assim, optou-se por fazer uma estimativa da distribuição diária dos resíduos e simular com dados fictícios: o número de acidentes com manejo, a quantificação dos resíduos destinados a reciclagem ou reaproveitamento, a geração dos resíduos do Grupo C e a etapa de tratamento dos resíduos do Grupo A - Biológico.

Os dados referentes ao cadastramento das empresas que prestam serviços terceirizados de coleta, transporte e destinação dos resíduos para o estabelecimento de saúde abordado neste estudo, também foram fictícios, pois, algumas das informações são de caráter comercial ou privado. As demais informações inseridas no sistema, em especial, o levantamento dos requisitos exigidos para as etapas do manejo, que compuseram as Listas de Verificação (*checklists*), foram obtidas através de dados reais.