

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PROCESSOS**

**CARACTERIZAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MATERIAIS  
PRESENTES EM RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE  
SAÚDE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Fabiano da Costa Halmenschlager**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**

**CARACTERIZAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MATERIAIS  
PRESENTES EM RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE**

**Fabiano da Costa Halmenschlager**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Área de Concentração em Desenvolvimento de Processos Agroindustriais e Ambientais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Processos.**

**Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Foletto**

**Co-orientador: Prof. Dr. Daniel Assumpção Bertuol**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

da Costa Halmenschlager, Fabiano  
Caracterização e Separação de Materiais Presentes em  
Resíduos de Serviços de Saúde / Fabiano da Costa  
Halmenschlager.-2013.  
82 p. : 30cm

Orientador: Edson Luiz Foletto  
Coorientador: Daniel Assumpção Bertuol  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Processos, RS, 2013

1. Resíduos de Serviços de Saúde 2. Caracterização 3.  
Cominuição 4. Tratamento I. Foletto, Edson Luiz II.  
Assumpção Bertuol, Daniel III. Título.

Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CARACTERIZAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MATERIAIS PRESENTES  
EM RESÍDUOS SERVIÇOS DE SAÚDE**

elaborada por  
**Fabiano da Costa Halmenschlager**


como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Processos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Edson Luiz Foletto, Dr. (UFSM)  
(Orientador/Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Daniel Assumpção Bertuol, Dr. (UFSM)  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Leandro Machado de Carvalho, Dr. (UFSM)

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Adriane Lawisch Rodriguez, Dr. (UNISC)

Santa Maria, 03 de maio de 2013.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente gostaria de agradecer ao meu orientador, o Prof. Dr. Edson Foletto por toda orientação e ajuda durante toda a pesquisa.

Agradeço aos professores que de alguma forma contribuíram para o trabalho, em especial aos professores Lucio Strazzabosco Dorneles e Daniel Bertuol.

Agradeço aos amigos e colegas que participaram diretamente e indiretamente na construção deste trabalho, em especial ao Berve, Gabriele, Vitória, Fernando, Leonardo, André, Weslei e Upiragibe.

Agradeço a minha família; Pai, mãe, irmão, dinda por toda educação e base para mais uma conquista.

**RESUMO**  
**Dissertação de Mestrado**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos**  
**Universidade Federal de Santa Maria**

**CARACTERIZAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MATERIAIS PRESENTES  
EM RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE**

**Autor: Fabiano da Costa Halmenschlager**

**Orientador: Prof. Edson Luiz Foletto, Dr. (UFSM)**

**Data e local da defesa: Santa Maria, 03 de maio de 2013.**

Os resíduos dos serviços de saúde (RSS) vêm recebendo uma atenção especial nos últimos anos, devido a sua grande produção e principalmente no que diz respeito ao seu gerenciamento. Uma gestão inadequada resulta impactos negativos para sociedade e meio ambiente. Portanto, a implantação de processos de segregação eficiente dos diferentes tipos de resíduos no momento de sua geração, conduz certamente à minimização de resíduos e riscos, em especial àqueles que requerem um tratamento prévio à disposição final. Nesse contexto, esse trabalho teve por objetivo caracterizar e separar os materiais passíveis de reutilização presentes em RSS, oriundos de diversos estabelecimentos da área da saúde. Os RSS foram caracterizados por pesagem a partir da abertura de caixas *descartáveis* de diferentes volumes, 7 L e 13 L. Após, uma amostra modelo foi preparada com materiais estéreis visando reproduzir uma composição mais próxima possível da amostra real. Essa amostra foi cominuída por diferentes tipos de moinhos, e posteriormente submetida à separação magnética, visando remover materiais metálicos, e separação por peneiramento, visando remover o vidro. Os resultados de caracterização mostraram que os materiais presentes nas caixas contendo os RSS podem variar muito em composição em função das diferentes origens do material. O moinho de martelos contendo malha 5 mm foi o que mostrou ser mais adequado para a cominuição dos materiais em função de apresentar melhores resultados na etapa posterior de separação dos materiais metálicos. A separação magnética demonstrou ser uma operação promissora para a remoção de materiais metálicos, assim como o processo de peneiramento demonstrou ser promissor para a remoção de vidro.

**Palavras-chave:** Resíduos de serviços de saúde, cominuição, separação magnética, tratamento, disposição final.

## ABSTRACT

Waste of health services (WHS), have received particular attention in recent years due to its large production and especially with regard to its management. Inadequate management results in negative impacts on society and the environment. Therefore, the implementation of efficient processes of segregation of different types of waste at the time of his generation, certainly leads to waste minimization and risks, particularly those that require treatment prior to final disposal. In this context, this study aimed to characterize and separate reusable materials present at WHS, from various healthcare establishments. The WHS were characterized by weighing from *descartark* opening boxes of different volumes, 7 L and 13L. After a sample template was prepared with sterile materials in order to reproduce a composition close as possible to the actual sample. This sample was comminuted by different types of mills, and subsequently subjected to magnetic separation in order to remove metallic materials, and separation by sieving in order to remove the glass. The results of characterization showed that the materials present in the boxes containing the WHS can vary widely in composition depending on the different origins of the material. The hammer mill containing 5 mm mesh was found to be more suitable for the comminution of materials due to provide best results in the subsequent step of separating metal materials. The magnetic separation showed to be a promising operation for the removal of metallic materials, and the screening process has shown promise for removal of glasses.

**Keywords:** Waste of health services, comminution, magnetic separation, treatment, disposal.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama esquemático do processo de autoclavagem.....	28
Figura 2.	Balança analítica usada na pesagem dos materiais.....	29
Figura 3.	Fluxograma do processo de separação de materiais contidos em RSS.....	30
Figura 4.	Moinhos usados para cominuir os materiais estudados. (a) Moinho de sapatas, (b) moinho de facas, e (c) moinho de martelos.....	31
Figura 5.	Malhas usadas no moinho de facas e de martelos, com tamanho de aberturas diferentes.....	32
Figura 6.	Imagem da esteira usada para o transporte do material.....	33
Figura 7.	Esquema da esteira e da placa imantada usada no processo de separação magnética.....	33
Figura 8.	Conjunto de Peneiras (Serie Tyler) .....	34
Figura 9.	Caixa <i>descarpark</i> de volume 7 L (Amostra 1) (a) contendo: vidraria (b), seringas com e sem agulhas (c), e agulhas (d).....	36
Figura 10.	Caixa <i>descarpark</i> de volume 7 L (Amostra 2) contendo: vidraria (a), seringas com e sem agulhas (b), agulhas (c) e outros resíduos (d) ...	37
Figura 11.	Figura 11. Caixa <i>descarpark</i> de volume 7 L (Amostra 3) (a), agulhas (b) e seringas com e sem agulhas (c).....	38
Figura 12.	Composição média das caixas <i>descarpark</i> de volume 7 L.....	40
Figura 13.	Caixas <i>descarpark</i> de volume 13 L. (a) Amostra 1, (b) amostra 2, e (c) amostra 3.....	41
Figura 14.	Composição média das caixas <i>descarpark</i> de volume 13 L.....	43
Figura 15.	Seringas usadas na preparação da amostra modelo. ....	44
Figura 16.	Composição média das seringas. ....	45
Figura 17.	Agulhas usadas na montagem da amostra modelo. ....	45
Figura 18.	Composição das agulhas. ....	46
Figura 19.	Frascos de vidro usados na montagem da amostra modelo. (a) frasco de vidro com lacre e tampa, e (b) ampola de vidro.....	47
Figura 20.	Composição da amostra relativa aos vidros. ....	48
Figura 21.	Amostra relativa aos outros materiais em geral. (a) butterfly e (b) equipo.....	48
Figura 22.	Composição da amostra relativa aos outros materiais em geral.....	49
Figura 23.	Amostra modelo cominuída com moinho de facas, com malha (a) 5mm e (b) 10 mm.....	52
Figura 24.	Amostra modelo cominuída com moinho de martelos, com malha (a) 5 mm e (b) 10 mm. ....	53
Figura 25.	Material metálico da amostra cominuída com o moinho de facas, removido por ação magnética. (a) Usando malha 5 mm, e (b) usando com malha 10 mm. ....	55
Figura 26.	Material metálico da amostra cominuída com o moinho de martelos, removido por ação magnética. (a) Usando malha 5 mm, e (b) usando com malha 10 mm. ....	55
Figura 27.	Amostras retidas nas peneiras com abertura de malha de (a) 4 mesh, (b) 8 mesh, (c) 10 mesh, (d) 12 mesh, (e) 16 mesh, (f) coletor (fundo).....	56



Figura 28.	Separação do alumínio por peneiramento. ....	57
Figura 29.	Amostra do coletor de fundo, vista superior (a), vista lateral (b) e flotação (c).....	58
Figura 30.	Material flotante (polímero). ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição das caixas <i>descarpark</i> de volume 7L.....	39
Tabela 2.	Composição das caixas <i>descarpark</i> de volume 13L.....	42
Tabela 3.	Composição das Seringas.....	44
Tabela 4.	Composição das agulhas.....	46
Tabela 5.	Composição da amostra contendo vidros. ....	47
Tabela 6.	Composição da fração relativa aos "outros materiais". ....	49
Tabela 7.	Composição das amostras utilizadas para a cominuição nos moinhos de sapatas, facas e martelos.....	50
Tabela 8.	Estimativa de material presente na amostra modelo de 300g.....	51
Tabela 9.	Resultados da cominuição com o moinho de facas e de martelos, com malhas 5 e 10 mm. ....	54

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A – NORMA BRASILEIRA - ABNT NBR 10004.....	64
Anexo B – RESOLUÇÃO CONAMA nº 358 DE 2005.....	76

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Introdução</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.2.1 Objetivos Específicos.....	15
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
2.1 Definição e classificação dos resíduos.....	16
2.2 Sistemas de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde.....	18
2.3 Gestão e tratamento de resíduos de serviços de saúde.....	19
2.3.1 Em nível internacional.....	19
2.3.2 Em nível nacional.....	21
2.3.3 Em nível estadual.....	22
<b>2.4 Legislações sobre RSS</b> .....	<b>23</b>
2.4.1 Resolução CONAMA 358, de 29 de Abril de 2005.....	23
2.4.2 Resolução CONAMA nº 316, de 29 de Outubro de 2002.....	24
2.4.3 Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004.....	24
2.4.4 Resolução estadual.....	26
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1 Caracterização dos materiais presentes nos RSS</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2 Preparação das amostras e separação física</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1 Caracterizações dos resíduos de serviços de saúde</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2 Preparação da amostra modelo</b> .....	<b>43</b>
<b>4.3 Cominuição da amostra modelo</b> .....	<b>51</b>
<b>4.4 Separação magnética</b> .....	<b>54</b>
<b>4.5 Separação por peneiramento</b> .....	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b> .....	<b>58</b>
<b>5.1 Conclusões</b> .....	<b>58</b>
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros</b> .....	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>60</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>64</b>

## CAPÍTULO 1

### 1.1 Introdução

A geração de resíduos pelas inúmeras atividades humanas constitui-se atualmente em um grande desafio a ser enfrentado pela sociedade. Na medida em que o volume de resíduos nos depósitos está crescendo constantemente, aumentam os custos e surgem maiores dificuldades de áreas ambientalmente seguras disponíveis para recebê-los. Segundo Cossu (2011), estes problemas são freqüentemente associados ao aumento rápido da população e a demanda de um alto padrão de vida, exigindo-se assim um rápido desenvolvimento de tecnologias avançadas e soluções mais complexas para uma drástica redução dos volumes de resíduos.

Na atualidade os resíduos sólidos são compostos por grande variedade de materiais passíveis de recuperação, onde processos que buscam a recuperação desses materiais podem proporcionar a redução de extração de recursos naturais e economia da energia (ANVISA 2006). De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), a gestão integrada de resíduos se refere à tomada de decisões voltada aos resíduos sólidos de forma a considerar as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, levando em conta a ampla participação da sociedade, tendo como premissa o desenvolvimento sustentável. Isto torna-se necessário a fim de evitar um sistema em que se recolhe materiais para qual não há demanda ou que não possam ser reciclados e portanto, precisam ser depositados em aterro ou incinerados (ROSSI et al., 2010).

Conforme ANVISA (2006), a gestão sustentável dos resíduos sólidos pressupõe reduzir o uso de matérias-primas e energia, reutilizar produtos e reciclar materiais, o que vem ao encontro do princípio dos três R's: redução, reutilização e reciclagem de materiais. Para atingir tal meta, é imprescindível a implantação de uma coleta seletiva eficiente. A reciclagem polui menos, uma vez que possibilita um menor volume de resíduos a serem dispostos no solo. No entanto, raramente é

questionado o atual padrão de produção desenfreada e de desperdício de resíduos sólidos.

Um dos passos mais importantes e iniciais no desenvolvimento de um plano ou de análises de custos no campo da gestão de resíduos sólidos envolve um profundo conhecimento das quantidades e propriedades dos materiais que precisam ser avaliados ou tratados. Neste caso particular, o material em questão é resíduos sólido de saúde. Infelizmente, não há uma quantidade suficiente de informações confiáveis na literatura aberta sobre as quantidades e as características dos vários tipos de resíduos que são gerados na área de saúde.

Os resíduos dos serviços de saúde (RSS) se inserem dentro desta problemática e vêm assumindo grande importância nos últimos anos. A produção de resíduos de saúde trouxe uma variedade de preocupações devido ao uso inadequado de métodos de gestão dos resíduos. Tratamento inadequado e disposição final dos resíduos pode resultar impactos negativos para a sociedade, como saúde pública e também para o meio ambiente. Além disso, resíduos perigosos quando gerenciados inadequadamente, podem ser fonte de infecções e podem representar sérios riscos à saúde para aqueles que participam na gestão dos resíduos dentro e fora da unidade de saúde (DIAZ et al., 2007).

Todos os anos, as quantidades de RSS aumentam potencialmente em todo o mundo. No entanto, a maioria dos países em desenvolvimento, apresentam recursos insuficientes para a gestão desses resíduos. No Brasil, é importante salientar que são gerados diariamente cerca de 7.450 toneladas de RSS, dos quais entre 10 a 25 % necessitam de cuidados especiais (ANVISA 2006 ). Portanto, a implantação de processos de segregação dos diferentes tipos de resíduos em sua fonte e no momento de sua geração conduz certamente à minimização de resíduos, em especial àqueles que requerem um tratamento prévio à disposição final.

Não existe um método único de tratamento de resíduos que elimine completamente todos os riscos para o público ou ao meio ambiente (DIAZ et al., 2005). Em geral, dependendo do tipo da tecnologia, os resíduos são transformados a partir de um fase para outra. Com respeito à redução de risco associados com microorganismos, o objetivo mais importante é destruí-los antes liberação do material contaminado para o ambiente.

Quanto aos riscos ao meio ambiente destaca-se o potencial de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas pelo lançamento de RSS em lixões

ou aterros controlados que também proporciona riscos aos coletores ou catadores informais de resíduos, principalmente por meio de lesões provocadas por materiais cortantes e/ou perfurantes, e por ingestão de alimentos contaminados, ou aspiração de material particulado contaminado em suspensão. E, finalmente, há o risco de contaminação do ar, dada quando os RSS são tratados pelo processo de incineração descontrolado que emite poluentes para a atmosfera contendo, por exemplo, dioxinas e furanos

Neste contexto, o trabalho teve por objetivo caracterizar e separar materiais passíveis de reutilização presentes em resíduos serviços de saúde provenientes de uma usina de tratamento por autoclavagem, oriundos de diversos estabelecimentos da área da saúde.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo caracterizar e separar materiais passíveis de reutilização presentes nos resíduos serviços de saúde.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os RSS;
- Estudar os diferentes tipos de moinhos no processo de cominuição;
- Avaliar a influência do processo de cominuição dos RSS sobre a eficiência de separação das frações metálicas pelo processo de separação magnética
- Avaliar a eficiência da separação do vidro das frações leves por peneiramento.



## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo será abordada a definição e classificação de resíduos de serviços de saúde (RSS) bem como a gestão e o sistema de tratamento dos mesmos. A seguir, são apresentadas algumas das principais legislações sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS).

#### 2.1 Definição e classificação dos resíduos

A definição dos RSS segue classificação conforme os parâmetros adotados e os objetivos a que se destinam. Faz-se necessário defini-los com a finalidade de se estabelecer procedimentos que garantam a segurança do trabalhador dos estabelecimentos de saúde, a redução dos custos e consumo de recursos ambientais no tratamento de resíduos provenientes da área da saúde, mas que não são considerados infectantes. O resíduo infeccioso é aquele capaz de causar doença infecciosa, sendo necessário que ocorra o contato da pessoa com o microrganismo patogênico em quantidade suficiente para causar uma doença infecciosa, segundo definição da EPA. A OMS considera resíduo infeccioso aquele que contém patógeno em concentração ou quantidade suficiente para causar doença em caso de exposição (PÖNKÄ *et al.*, 1996).

A Resolução RDC 306 da ANVISA, de 2004, define como geradores de RSS os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, dentre os quais, os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; importadores, distribuidores e produtores de materiais e produtos



médicos e farmacêuticos; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de tatuagem, dentre outros.

A legislação brasileira para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde é baseada em um processo de harmonização das normas federais dos Ministérios do Meio Ambiente e da Saúde por meio dos órgãos CONAMA e ANVISA. A definição e classificação desses resíduos segue a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 358 de 2005 e já citada, Resolução RDC 306 de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), bem como, são definidos pela Norma Brasileira (NBR) 12807 de janeiro de 1993 e classificados pela NBR 12808 de janeiro de 1993.

Segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 29 de abril de 2005, resíduos de serviços de saúde são classificados em:

GRUPO A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Sendo o Grupo A e dividido em 5 subgrupos; A1 (cultura e estoque de microrganismos, entre outros), A2 (carcaças e peças anatômicas de animais), A3 (peças anatômicas humanas), A4 (receptíveis e materiais resultantes de assistência a saúde humana) e A5 (órgãos, tecidos e fluídos orgânicos com suspeita de contaminação por prion).

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

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

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

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes.

## 2.2 Sistemas de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde

A resolução CONAMA 358 de 2005 define com sendo o sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde, um conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos. Assim, promovendo a sua descaracterização e visando à minimização do risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Antes mesmo da disposição final, os RSS precisam passar por um sistema de tratamento adequado, pois são fontes potenciais de disseminação de doenças, podendo oferecer perigo tanto para a equipe de trabalhadores dos estabelecimentos de saúde e para os pacientes, como para os envolvidos na gestão desses resíduos. Apesar de esses resíduos representarem uma pequena parcela do total gerado pela sociedade (MATTOSO, 1996).

Existem diversas formas de tratamento de RSS, sendo as mais usuais; microondas, autoclavagem e incineração. A esterilização a vapor saturado ou autoclavagem transforma os RSS em resíduos comuns, não-perigosos, em virtude da destruição dos organismos patogênicos. Então, sua destinação final para aterros sanitários torna-se viável. O tratamento por incineração reduz o volume inicial dos resíduos a 10%; sendo que a destinação final da escória é para aterros sanitários (BIDONE *et al.*, 1999). Observando-se a totalidade de empreendimentos licenciados pela FEPAM, nota-se que os métodos de tratamento são exclusivamente autoclavagem e incineração.

O processo de autoclavagem apresenta redução de volume baixa, porém uma eficiência da desinfecção alta com custo de investimento e operação médio. Já a incineração mostra-se mais eficiente na redução de volume, porém com alto custo de investimento e operação. O que pode tornar a incineração bastante atrativa é que a capacidade de tratamento desse processo é ilimitada comparada à baixa – média capacidade de tratamento da autoclavagem (LOPES, 2008).

A unidade de esterilização por autoclavagem utiliza tecnologia a vapor saturado com pulsos de alta pressão e vácuo, recomenda-se posterior trituração para descaracterização dos resíduos. A vantagem de utilizar calor úmido é a reatividade da água com numerosos componentes celulares, como proteínas. O

vapor deve atingir toda a superfície do material. As duas temperaturas mais comuns para esterilização a vapor são 121 °C e 132 °C, exercendo uma pressão de 4 kgf/cm<sup>2</sup>. Os períodos de exposição conhecidos para esterilização de materiais hospitalares embalados são de 30 minutos a 121 °C e 4 minutos a 132 °C, em autoclaves de exaustão a vácuo (Souza, 2003).

A incineração consiste na oxidação dos materiais, a altas temperaturas, sob condições controladas, convertendo materiais combustíveis em resíduos não combustíveis, ocorrendo emissão de gases no processo, em conformidade com a definição da norma NBR 11175/90 da ABNT. Seu uso é regido pela Resolução CONAMA nº 316/02, art. 2º, inciso III, que caracteriza como “[...] qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius”.

Como citado anteriormente, a principal vantagem da incineração é a redução significativa de volume dos resíduos. Segundo SCHNEIDER *et al.* (2001), incineração é um processo sugerido como forma de disposição final. RODRIGUES *et al.* (1997), porém, cita dois fatores que são apontados contra o uso da incineração: alto custo e emissão de substâncias tóxicas como dioxinas e furanos.

A drástica redução do volume dos resíduos, possibilidade de recuperação da energia contida nos mesmos e o pouco espaço para seu funcionamento são algumas das vantagens deste método, porém esse processo não é muito aplicado no estado do Rio Grande do Sul. Isso se deve ao fato de a FEPAM não observar com bons olhos as emissões atmosféricas geradas, pois estas podem constituir grandes poluentes; os gases liberados podem conter metais pesados, óxidos e compostos orgânicos como dioxinas, furanos, organoclorados e produtos benzênicos. Desta forma a incineração acarreta a necessidade de um tratamento pós-queima desses gases (SOUZA, 2003).

## **2.3 Gestão e tratamento de resíduos de serviços de saúde**

### **2.3.1 Em nível internacional**

No mundo, os RSS são tratados de diferentes maneiras, cada lugar tem suas normas e legislações específicas, observando-se assim grande diferença ao comparar como sua gestão é feita em países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

A legislação americana considera como sendo RSS todos aqueles provenientes de tratamento ou imunização de seres humanos ou animais e de pesquisas pertinentes a material biológico. Já em Londres, o RSS é conhecido como "resíduo clínico" que se refere a resíduos provenientes de prática médica, odontológica, farmacêutica, veterinária, de enfermagem ou práticas semelhantes de atividades de laboratórios clínicos, de atenção e tratamento à saúde por sua natureza tóxica, infecciosa ou perigosa podem representar riscos ou causar danos à saúde humana e de seres vivos.

Na Finlândia, utiliza-se do termo Resíduos Hospitalares, para designar-se aos RSS que incluem além dos resíduos provenientes dos hospitais, resíduos das atividades da área da saúde e igualmente das instituições de ensino e pesquisa. Na mesma linha, segue a legislação alemã, onde Resíduos Hospitalares são designados para RSS, sendo assim, denominados de acordo com as diferentes fontes geradoras, a exemplo de outros países da Europa citados (SCHNEIDER, 2004).

Na Alemanha, é considerado o local que oferece aos RSS o melhor tratamento no mundo. Inicialmente os RSS são separados em cinco categorias que indicam o grau de toxicidade, em seguida recebem tratamento específico. A incineração dos resíduos infectantes gera um alto custo, pois são equipadas com filtros eficientes no controle da emissão de gases, além de investimentos no gerenciamento, coleta, tratamento e destinação final.

Na França, os RSS são moídos e incinerados também em altos padrões de filtragem dos gases. Segundo Souza (2011), no Líbano apenas 10% das 10 toneladas diárias dos RSS gerados recebe tratamento.

Segundo Joffre et al. (1993), considera-se dois tipos de gestão; gestão clássica e gestão avançada. Na gestão clássica é gerado uma média de resíduos entre 1,5 Kg/leito.dia a 2 Kg/leito.dia em países como Reino Unido, França e Bélgica. Na gestão avançada, a geração média de resíduos é de 0,05 Kg/leito.dia a 0,4 Kg/leito.dia em países como Alemanha, Holanda, Canadá, Áustria e Suécia.



Segundo Martins e Neto (2010), a gestão clássica, considera a maioria dos RSS como infectante ou especial, inclusive resíduos de pacientes com infecções virulentas, de pacientes com infecção de transmissão oral-fecal, de pacientes com infecção de transmissão por aerossóis, de resíduos perfucortantes, cultivo e reserva de agentes infecciosos, sangue e peças anatômicas humanas, o que resulta num grande problema na disposição final dos RSSS devido à inferência de contaminação de toda a parcela a ser destinada.

Segundo Haddad (2006), a gestão avançada considera os princípios da segregação eficiente, sendo apenas uma pequena porcentagem de resíduos tratada e disposta como infectante, gerando economia nos processos de tratamento e induzindo a políticas de educação ambiental.

Conforme Magrini (2009), existe diferenças na quantidade de geração de resíduos nos países da América latina, sendo o Peru o maior gerador com uma geração de 6 Kg/leito.dia. Porém, os autores ressaltam que os dados foram obtidos por metodologias diferentes, o que pode levar a distorções nos valores gerados. No entanto, a variação entre os valores pode estar associada a procedimentos de segregação no momento da geração, contribuindo para maior ou menor quantidade de resíduos (Monreal, 1993 *apud* MAGRINI *et al.*, 2009).

Na década de 40, os Estados Unidos apresentavam uma taxa de geração em torno de 3,5 kg/leito.dia. Nos anos de 1980 essas taxas chegaram a ser superiores a 6 ou 8 kg/leito.dia. Segundo Souza (2011) o fenômeno é atribuído ao elevado consumo de materiais descartáveis e ao avanço da tecnologia.

### 2.3.2 Em nível nacional

Em 1979, a agência de proteção ambiental avaliou o impacto dos resíduos infectantes, chegando à conclusão de que não existia evidências epidemiológicas, retirando assim os resíduos infectantes da classe de resíduos perigosos.

Em 1982 foi registrado o primeiro caso de AIDS no Brasil. Segundo Confortin (2001) o registrado foi um marco para o manejo dos RSS, considerando de que a transmissão desta doença é através do sangue, os resíduos perfurocortantes foram considerados potencialmente perigosos. A partir disso, se teve uma preocupação

maior com o tratamento dos RSS. Sendo em 1987, instalado o primeiro incinerador do Brasil.

Em levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008 por intermédio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), mostrou que do total de resíduos gerados, apenas 0,35 % eram referente a RSS, totalizando 259,547 ton/dia.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2009) a média de resíduos gerados nos estabelecimentos de assistência hospitalar é de 2,38 kg/leito.dia, porém de acordo com o estabelecimento analisado, a quantidade individual gerada varia amplamente já que depende da complexidade do estabelecimento, da conscientização dos funcionários, dentre uma série de outras considerações que devem constar no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

### 2.3.3 Em nível estadual

Segundo dados do Atlas do Rio Grande do Sul, elaborado pela Secretaria de Planejamento do estado em maio de 2011, a Região Metropolitana de Porto Alegre, devido à grande concentração populacional (cerca de 37,4 % da população gaúcha), possui 28% dos leitos hospitalares do Estado, logo existe uma maior geração de RSS na região metropolitana.

Em 1990 foi implantado em Porto Alegre a Coleta Seletiva, sendo esse serviço estendido para hospitais, os quais iniciaram segregação na origem de todos os resíduos gerados. Segundo Souza (2003), em 1996, 85% dos RSS produzidos em Porto Alegre são provenientes dos dezessete maiores hospitais do município e deste total de RSS, 46,9% são infectantes e perfurocortantes e 53,1% são resíduos comuns que podem ser dispostos em aterro sanitário.

## 2.4 Legislações sobre RSS

Em geral, a legislação brasileira sobre RSS segue orientações internacionais como a OMS (Organização Mundial de Saúde) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA), sendo as principais leis e normas sobre os RSS, descritas a seguir.

### 2.4.1 Resolução CONAMA 358, de 29 de Abril de 2005

Esta lei de âmbito nacional, dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, estabelecendo os princípios normativos quanto aos geradores e receptores de tais resíduos.

Conforme artigo 1 a resolução aplica-se a:

[...] 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, entre outros similares.

Os Resíduos provenientes de fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

#### 2.4.2 Resolução CONAMA nº 316, de 29 de Outubro de 2002

Esta lei de âmbito nacional dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Conforme artigo 1º, a resolução aplica-se a:

[...] disciplinar os processos de tratamento térmico de resíduos e cadáveres, estabelecendo procedimentos operacionais, limites de emissão e critérios de desempenho, controle, tratamento e disposição final de efluentes, de modo a minimizar os impactos ao meio ambiente e à saúde pública, resultantes destas atividades.

§ 1º Excetuam-se da disciplina desta Resolução:

- a) os rejeitos radioativos, os quais deverão seguir a normatização específica da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN;
- b) o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer, o qual deverá seguir a Resolução CONAMA específica nº 264, de 26 de agosto de 1999, salvo a disposição sobre dioxinas e furanos, que deverá obedecer esta Resolução.

#### 2.4.3 Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004

Esta lei de âmbito nacional dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

Conforme artigo 1º, a RDC aplica-se a: " aprovar o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde a serem observados em todo o território nacional, na área pública e privada. " Atendendo as etapas essenciais no gerenciamento como: Manejo, Segregação, Acondicionamento, Identificação, Coleta, Transporte, Tratamento e Disposição final.

Os Resíduos provenientes de fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

A **NBR 11175/1990** descreve sobre: Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho.

Conforme norma, fixa as condições exigíveis de desempenho do equipamento para incineração de resíduos sólidos perigosos. Sendo o processo de incineração



um processo de oxidação à alta temperatura que destrói ou reduz o volume dos resíduos.

A **NBR 12807/1993** descreve sobre: Resíduos de serviço de saúde

Conforme norma, define os termos empregados em relação aos resíduos de serviços de saúde.

A **NBR 12808/1993** descreve sobre: Resíduos de serviço de saúde

Conforme a norma, classifica os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado.

A **NBR 12809/1993** descreve sobre: Manuseio de resíduos de serviços de saúde.

Conforme norma, fixa os procedimentos exigíveis para garantir condições de higiene e segurança no processamento interno de resíduos infectantes, especiais e comuns, nos serviços de saúde.

A **NBR 12810/1993** descreve sobre: Coleta de resíduos de serviço de saúde.

Conforme norma, fixa os procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança.

A **NBR 12235/1992** descreve sobre: Armazenamento de resíduos sólidos Perigosos.

Conforme norma fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. Aplicando-se ao armazenamento de todos e quaisquer resíduos perigosos Classe I, conforme definido na NBR 10004.

A **NBR 7500/2009** descreve sobre: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

Conforme norma, estabelece a simbologia convencional e o seu dimensionamento para produtos perigosos, a ser aplicada nas unidades de transporte e nas embalagens, a fim de indicar os riscos e os cuidados a serem tomados no transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento, de acordo com a carga contida.

#### 2.4.4 Resolução estadual

A lei de âmbito estadual nº 10.099 de 7 de fevereiro de 1994, dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências.

Conforme artigo 1, a lei aplica-se: " Ao acondicionamento, o armazenamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos, provenientes de serviços de saúde ."

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentadas as metodologias e os equipamentos utilizados para a caracterização dos materiais presentes nos resíduos de serviços de saúde bem como para a separação desses materiais.

#### 3.1 Caracterização dos materiais presentes nos RSS

Os RSS, no geral, são enquadrados dentro dos grupos A (Infectante / Risco biológico), B (Tóxicos / Químicos) e E (Perfurocortantes), como visto anteriormente pela ANBT NBR 10.004. Neste trabalho, utilizaram-se os RSS classificados como grupo E (Perfurocortantes), por apresentar materiais passíveis de recuperação/reutilização tais como metais, vidros e não metais.

Inicialmente, realizou-se a caracterização dos RSS, feito em uma empresa de uma cidade do Estado do Rio Grande do Sul, que presta serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final de RSS. A caracterização teve como objetivo estimar a quantidade e os tipos de RSS gerados. Os RSS gerados em diversos estabelecimentos da área da saúde devem ser acondicionados em embalagens de acordo com a legislação, com interesse apenas nos RSS considerados do grupo E (Perfurocortantes). Estes devem ser acondicionados em caixas de papelão (*descarpark*), embalagem mais rígida, protegendo o operador durante a coleta e transporte de algum acidente com agulhas, navalha ou bisturis infectados, entre outros.

Para caracterização, todos os RSS manipulados para obtenção dos dados foram autoclavados, passando de classe 1 (perigoso) para classe 2 (não - perigoso) segundo classificação da ABNT NBR 10.004. O processo de autoclavagem basicamente consiste em esterilização a alta temperatura e pressão. A temperatura

do processo situa-se entre 121° e 134 °C e a pressão para esterilização situa-se entre 1,2 kgf/cm<sup>2</sup> (121 °C) e 2,2 kgf/cm<sup>2</sup> (134 °C), com ciclos de aproximadamente 50 minutos, considerando que o processo de esterilização se dá em 15 min. Todo o processo de autoclavagem foi realizada pela empresa especializada nesse processo. O processo de autoclavagem está ilustrado no diagrama esquemático da Figura 1, onde observa-se as etapas de aquecimento, esterilização e descompressão.

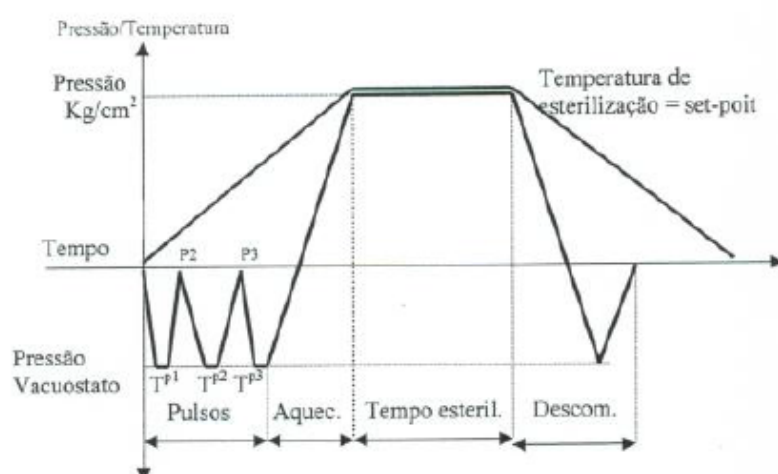


Figura 1. Diagrama esquemático do processo de autoclavagem.

Separou-se caixas *descarpark* de diferentes volumes, 7 e 13 litros. Em um primeiro momento, cada caixa teve seu peso total medido. Após, abriu-se três caixas de para cada volume (7 e 13 L) e em seguida separou-se manualmente os RSS em diferentes tipos de materiais presente na amostra tais como seringas, agulhas, vidrarias e polímeros, e por fim, pesou-se em balança analítica (SHIMADZU, modelo Marte AS 5500C), mostrada na Figura 2. Calcularam-se as proporções existentes em cada amostra a fim de determinar a média da composição dos resíduos contidos nestas caixas.



Figura 2. Balança analítica usada na pesagem dos materiais.

### 3.2 Preparação das amostras e separação física

Para o estudo do processo de separação dos materiais, foram adquiridos no comércio local materiais novos (estéreis) similares aos encontrados nos RSS. Inicialmente, prepararam-se amostras com composição percentual baseado nos resultados encontrados na caracterização dos RSS. Essas amostras foram submetidas à cominuição, para posterior separação por processo magnético e subsequente peneiramento. O fluxograma simplificado processo de separação dos materiais pode ser visto na Figura 3.

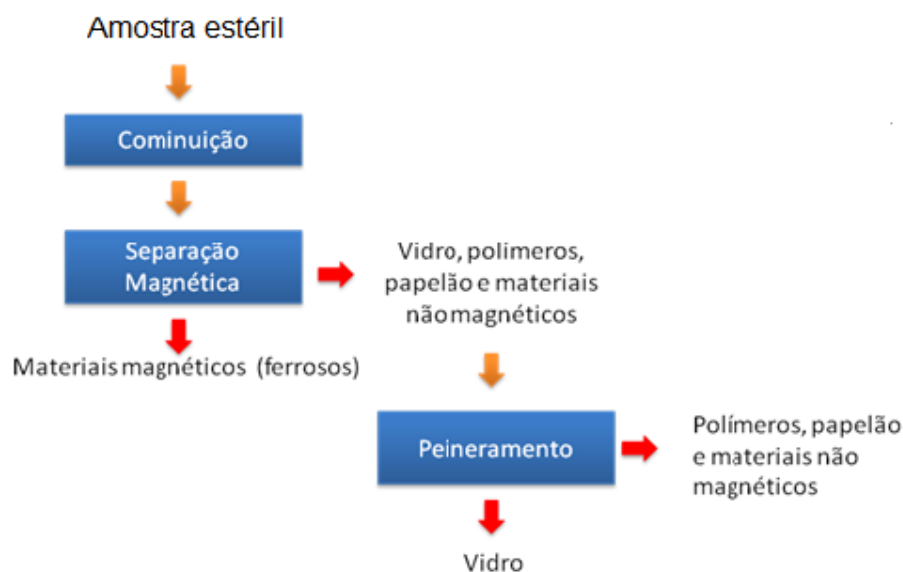


Figura 3. Fluxograma do processo de separação de materiais contidos em RSS.

As amostras modelo preparadas foram então cominuídas em 3 diferentes tipos de moinhos (Figura 4), visando avaliar o estudo da eficiência dos processos de separação. Os moinhos utilizados foram de sapatas, facas e martelos. O moinho de sapatas (MARCONI, modelo MA 880, potência de 1500 watts) (Figura 4a) é mais indicado para uso em laboratórios diversos no preparo do produto para fins analíticos tais como: coque de petróleo, cal, solo, argila, sais minerais, sementes e outros materiais que necessitam de uma moagem mais fina.

Outro moinho testado nos experimentos foi o moinho de facas (RONE, modelo 150) (Figura 4b), onde a redução é obtida pelo corte do material usando facas montadas em um eixo girando dentro de uma carcaça que possui facas fixas. Por fim, testou-se em um moinho de martelos (TIGRE, modelo A 4R) fabricado em carbono, rotor de 12 martelos operando a 1170 rpm, com potencia de 4 CV (Figura 4c), onde o rotor gira a alta velocidade no interior de uma carcaça. Neste rotor, martelos estão fixados e giram em torno do eixo de fixação. A redução de volume do material é feita pelo impacto do material com os martelos e, também, pela colisão com as paredes do moinho.



No caso dos moinhos de facas e de martelos, para fins comparativos, foram realizadas moagens utilizando duas malhas de tamanho de aberturas diferentes, de 5 e 10 mm (veja Figura 5).

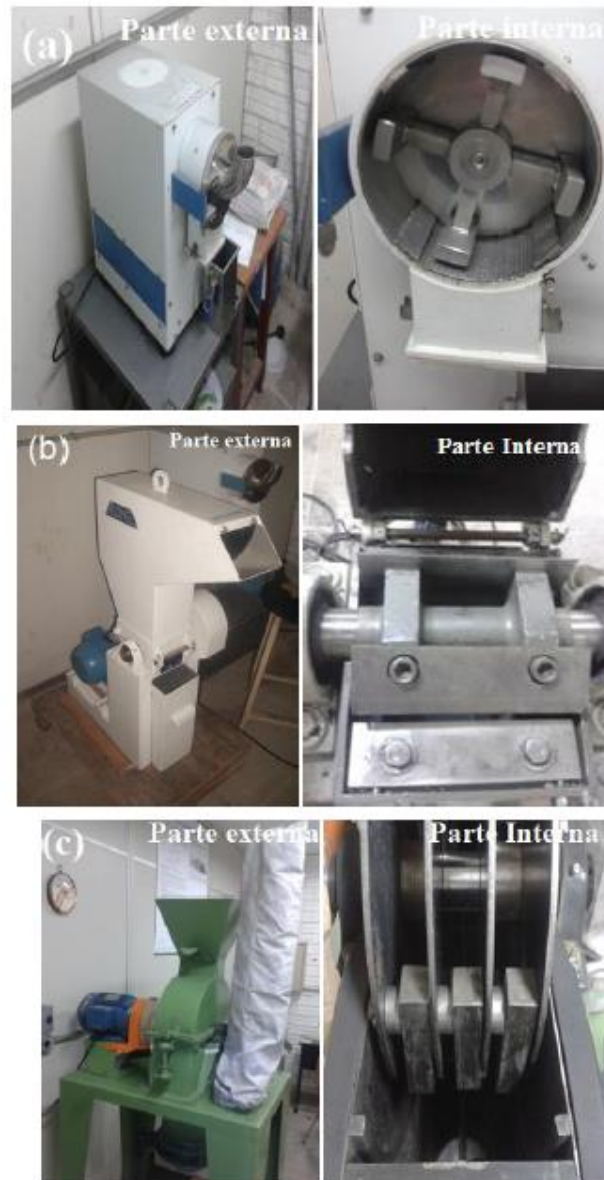


Figura 4. Moinhos usados para cominuir os materias estudados. (a) Moinho de sapatas, (b) moinho de facas, e (c) moinho de martelos.

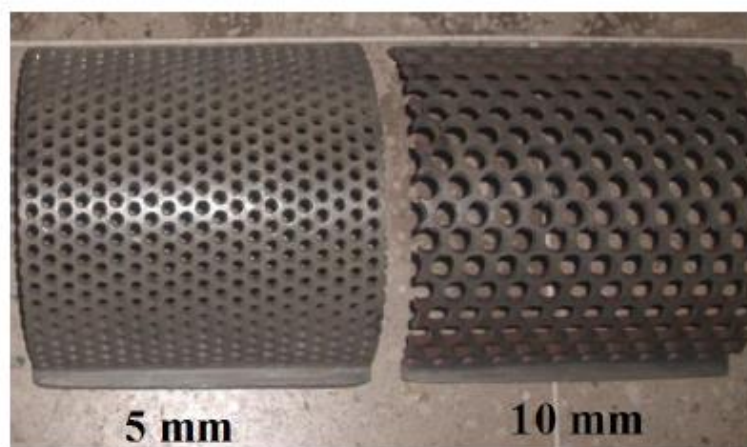


Figura 5. Malhas usadas no moinho de facas e de martelos, com tamanho de aberturas diferentes.

Na etapa seguinte do processo, foi realizada uma separação magnética, visando a separação dos metais, no caso aço inox, metal este presente nos RSS como perfurocortantes nas caixas *descarpark*. Essa separação foi realizada com auxílio de uma esteira contendo um sistema com ímãs de terras raras (neodímio), com intensidade de campo magnético de 1,3 Tesla. A intensidade do campo foi medido no laboratório de física do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A esteira foi montada no laboratório do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos da UFSM e possui as seguintes características: largura: 13 cm; comprimento: 85,5 cm; velocidade: 0,057 m/s. Na Figura 6 é apresentada uma imagem da esteira montada e usada no processo de separação magnética. O sistema de transporte possuía dois eixos nas extremidades, sendo ambos interligados por duas polias e uma correia. Este sistema de acionamento era constituído por um motor de churrasqueira elétrica, que se encontrava no interior da esteira.





Figura 6. Imagem da esteira usada para o transporte do material.

Na Figura 7 está apresentado o esquema do sistema de transporte do material e a placa imantada. O placa de imantação (10 x 15 cm) permaneceu fixa acima da mesma a uma distância de 5 cm. Após trituração, as partículas foram transportadas pela esteira rolante passando sob a placa imantada. As partículas de metais magnéticos aderiram a essa placa, e os demais resíduos foram descartados em uma caixa de coleta por ação da gravidade no final da esteira. Essa operação foi realizada em batelada, onde era feito a remoção manual dos metais aderidos na placa, de forma a evitar a saturação da superfície livre da placa imantada. Foi decorrido 15 segundos desde o carregamento do material até a descarga. Uma quantia de 30 gramas de material era alimentado manualmente sobre a esteira.

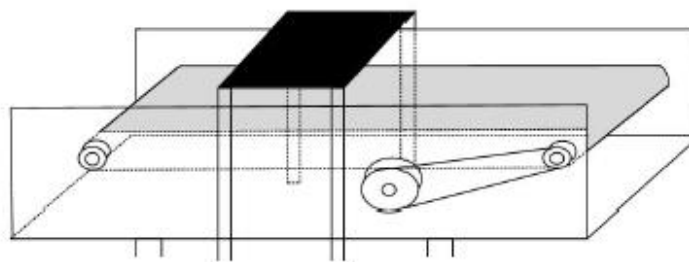


Figura 7. Esquema da esteira e da placa imantada usada no processo de separação magnética.

A última etapa consistiu na separação de vidro dos demais resíduos provenientes do processo de separação magnética. Essa separação foi realizada por um conjunto de peneiras (Série Tyler), com diferentes aberturas de malha, agitadas mecanicamente por 10 minutos. O conjunto de peneiras usada nessa operação está mostrado na Figura 8.



Figura 8. Conjunto de Peneiras (Serie Tyler).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados da caracterização dos RSS e os resultados encontrados pelo uso dos processos de separação magnética e por peneiramento desses materiais.

#### 4.1 Caracterizações dos resíduos de serviços de saúde

A caracterização dos RSS foi realizada pela pesagem dos materiais contidos em caixas *descarpark* de diferentes volumes, 7 e 13 L. Para cada classificação de caixa, foram coletadas 3 amostras, constituindo assim, de 3 caixas. No final, foi realizado o cálculo da composição média dos materiais presentes para cada classificação de caixa *descarpark*.

Na Figura 9 é apresentada uma caixa *descarpark* de volume 7 L aberta (Figura 9a), correspondendo a primeira amostra coletada (chamada de Amostra 1), bem como os materiais nela contidos (Figuras 9 "b", "c" e "d"). Dessa figura, é possível observar a presença de diferentes tipos de materiais contidos na caixa tais como frascos de vidro de remédios ou vacinas de diferentes tamanhos com e sem tampas (Figura 9b), seringas com agulhas (Figura 9c) e agulhas isoladas (Figura 9d). Ainda, na Figura 9d, é possível observar a presença de pequenos fragmentos de vidro bem como um acessório polimérico (*butterfly*) usado nos serviços de saúde. Os vidros de remédios apresentam-se com ou sem tampas, sendo essas constituídas de lacre de alumínio e tampa de borracha, interna a esse lacre, tampa de borracha essa que não aparece visualmente na Figura 9b.

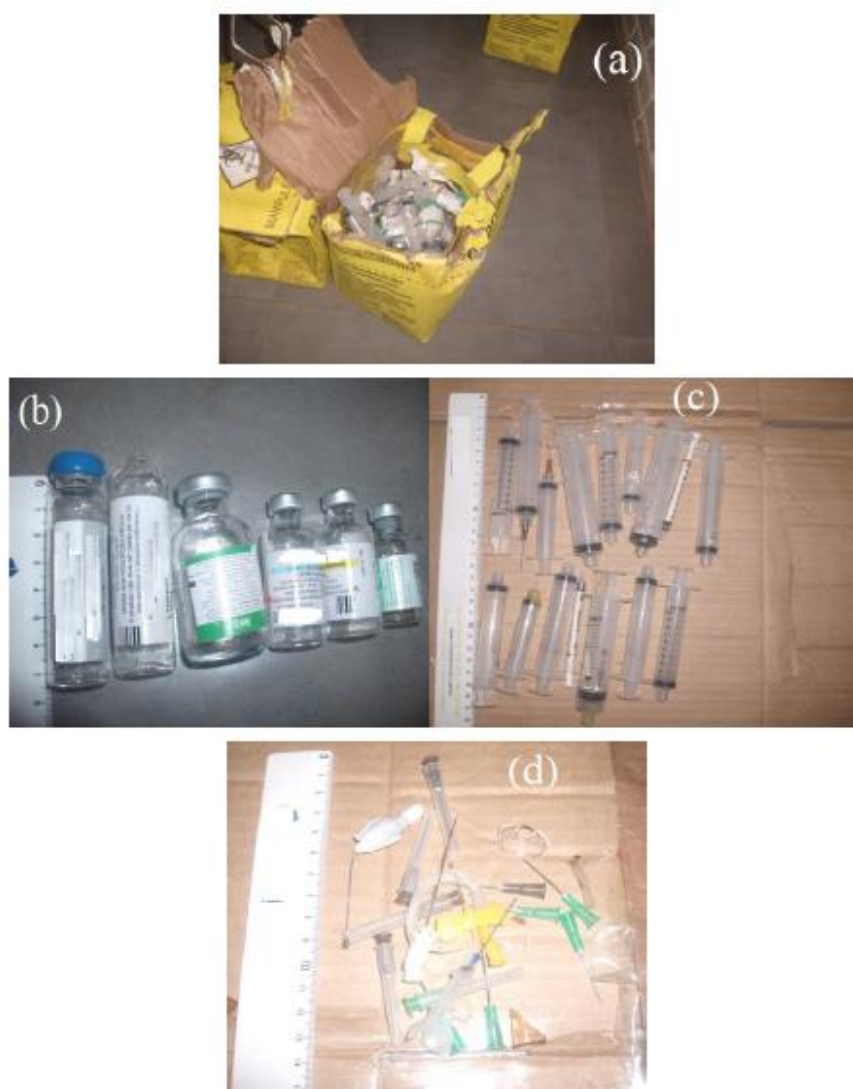


Figura 9. Caixa *descarpark* de volume 7 L (Amostra 1) (a) contendo: vidraria (b), seringas com e sem agulhas (c), e agulhas (d).

Na Figura 10 estão apresentados os materiais contidos na segunda amostra coletada de caixa *descarpark* de volume 7 L (Amostra 2). A partir dessa figura, é possível observar grande quantidade de frascos de vidro de diferentes tamanhos (Figura 10a), com e sem tampas, sendo os lavres constituídos de alumínio e a parte interna do lacre constituída de borracha. Além disso, foram encontradas seringas de diferentes tamanhos, com e sem agulhas conectadas (Figura 10b), e agulhas



isoladas, com e sem a capa de proteção (Figura 10c). Já na Figura 10d, aparecem muitos equips, material acessório largamente usado na área de saúde.

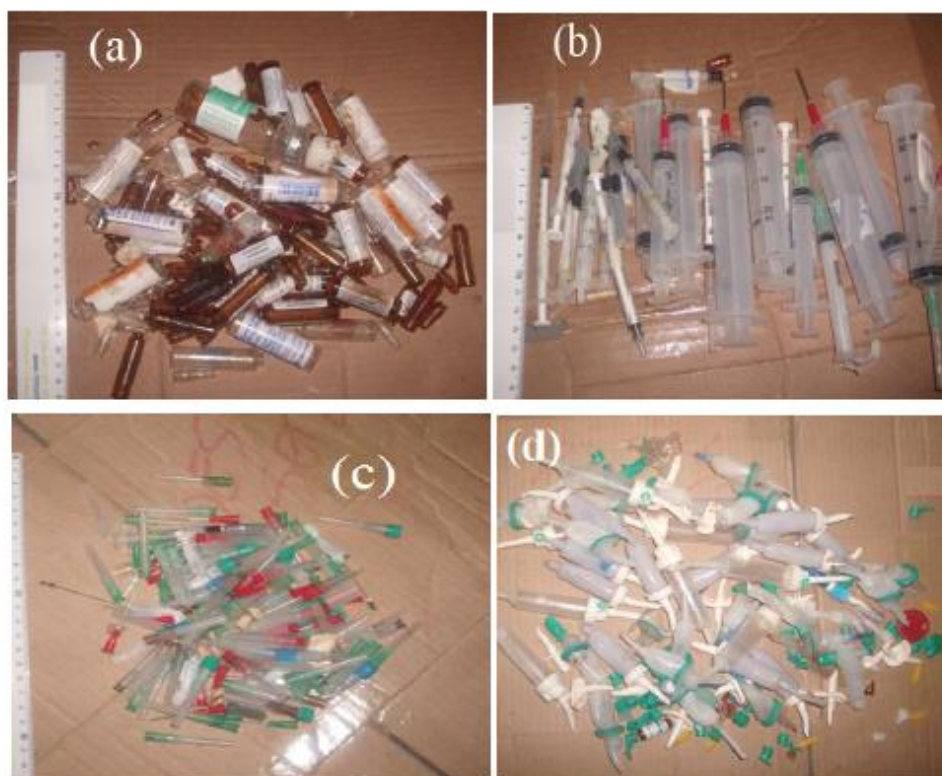


Figura 10. Caixa *descarpark* de volume 7 L (Amostra 2) contendo: vidraria (a), seringas com e sem agulhas (b), agulhas (c) e outros resíduos (d).

A caixa *descarpark* de volume 7 L (Amostra 3) está mostrada na Figura 11. Na Figura 11a, é mostrada a imagem da caixa aberta, contendo basicamente agulhas (Figura 11b) e seringas com e sem agulhas (Figura 11c).

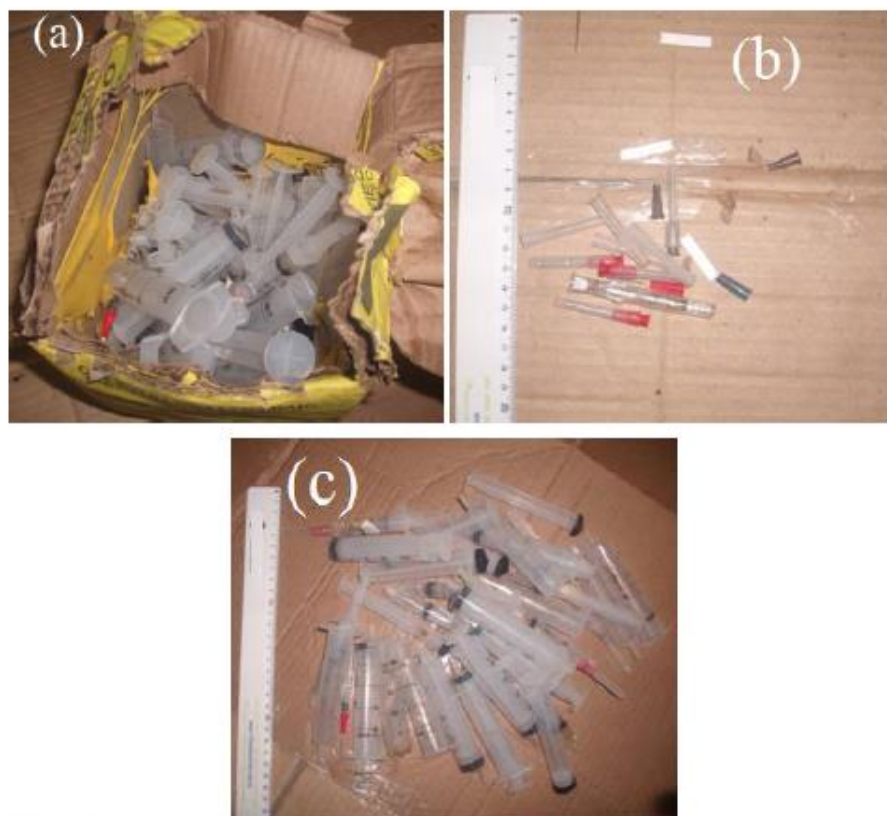


Figura 11. Caixa *descarpark* de volume 7 L (Amostra 3) (a), agulhas (b) e seringas com e sem agulhas (c).

Na Tabela 1 estão listadas as composições das três amostras dos materiais contidos nas caixas *descarpark* de volume 7 L, bem como suas porcentagem relativas. Nessa etapa, também foi incluída a caixa de papelão *descarpark* como material constituinte da amostra.

É possível observar, a partir da Tabela 1, que as três amostras possuem composição bem diferentes entre si. Na Amostra 1, o material em maior proporção é a vidraria, com 45 % da composição, enquanto que na Amostra 2 e Amostra 3, o papelão das caixas é o material predominante, com cerca de 30 e 55 % da composição, respectivamente. É interessante salientar também que nem todos os materiais estão presentes em todas as caixas, isto é, alguns materiais encontrados em algumas caixas, não são encontrados em outras. Por exemplo, na Amostra 3 não foram encontradas agulhas isoladas e vidraria, ao contrário das Amostras 1 e 2. Essas composições diferentes encontradas nas caixas indicam que essas podem

ser oriundas de diferentes áreas da saúde, bem como, de diferentes setores de uma mesma área.

Tabela 1. Composição das caixas *descarpark* de volume 7 L.

Material	Amostra 1 (gramas)	Massa (%)	Amostra 2 (gramas)	Massa (%)	Amostra 3 (gramas)	Massa (%)
Cx. de papelão	357,13	30,48	357	29,94	377,45	54,18
Vidraria	534,90	45,65	228,5	19,16	-	-
Seringas	38,82	3,32	273,08	23,09	162,02	23,26
Seringas com agulhas	183,75	15,68	157,20	13,18	125,98	18,09
Agulhas	57,07	4,87	88,08	7,38	-	-
Outros	-	-	85,33	7,25	31,20	4,47
Total	1.171,67	100	1.192,19	100	696,65	100

A partir dos valores listados na Tabela 1, foi determinada a média da composição dos para as três amostras, e o resultado é apresentado na Figura 12. A caixa de papelão é o material em maior proporção, seguido da vidraria. A seguir, com proporções próximas estão as seringas (sem agulha) e as seringas com agulhas. Em menores proporções, estão às agulhas avulsas e outros materiais em geral, considerados polímeros.

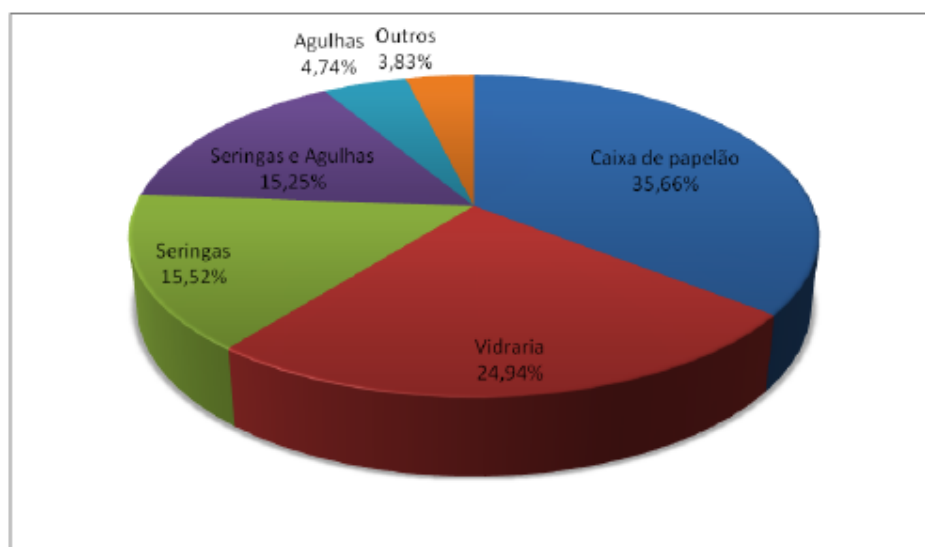


Figura 12. Composição média das caixas *descarpark* de volume 7 L.

Na Figura 13 são apresentadas três caixas *descarpark* abertas de volume 13 L, correspondentes às três amostras coletadas. Na Amostra 1 (Figura 13a), observa-se a presença predominante de agulhas com seringas, enquanto que na Amostra 2 (Figura 13b), observa-se uma muitas agulhas avulsas sobre uma grande quantidade de vidraria. Já na amostra 3 (Figura 13c), tem-se uma aparência similar ao da Amostra 1, com a presença predominante de seringas e agulhas. Foi possível verificar a presença também de seringas sem agulha em todas as caixas. A composição detalhada das três amostras no que tange aos materiais presentes nas mesmas, encontra-se discriminada na Tabela 2.





Figura 13. Caixas *descarpark* de volume 13 L. (a) Amostra 1, (b) amostra 2, e (c) amostra 3.

A Tabela 2 apresenta a composição detalhada das três amostras apresentadas na Figura 13. Na Amostra 1, há uma predominância de papelão (31%) e seringas (sem agulhas) (31%), seguida por seringas com agulhas (24%), enquanto que na Amostra 2, a predominância é de vidraria, com 69% da composição. Já para a Amostra 3, papelão e seringas representam os materiais em maior proporção, com mais de 30% para ambos. Assim, da mesma forma que o encontrado nas amostras de caixas *descarpark* de volume 7 L, a composição das três amostras das caixas *descarpark* de volume 13 L foi diferente entre si, e isso é devido à origem desses materiais, como áreas de serviços de saúde diferentes e/ou setores diferentes dentro da mesma área.

Tabela 2. Composição das caixas *descarpark* de volume 13 L.

Material	Amostra 1 (gramas)	% massa	Amostra 2 (gramas)	% massa	Amostra 3 (gramas)	% massa
Cx. de papelão	622,6	31,20	620,2	23,07	568,8	32,30
Vidraria	-	-	1.865,44	69,40	-	-
Seringas	624,5	31,3	-	-	675,9	38,4
Seringas com agulhas	477,8	23,95	-	-	249,62	14,18
Agulhas	197,75	9,91	163,56	6,08	266,14	15,12
Outros	72,7	3,64	38,50	1,45	-	-
Total	1.995,35	100	2.687,7	100	1.760,46	100

A partir dos valores listados na Tabela 2, foi determinada a média da composição para as três amostras, e os resultados estão apresentados na Figura 14. A caixa de papelão e vidraria foram os materiais com maiores porcentagens, com cerca de 30% cada, seguidos de seringas (sem agulhas), com cerca de 20%. Em menor quantidade, com cerca de 10%, aparecem as frações "seringas com agulhas" e "agulhas avulsas", e por último, com menos de 2%, outros materiais em geral. Comparando esses resultados como os da Figura 12, relativos à composição média das amostras *descarpark* de caixas de volume 7 L, os materiais papelão e vidraria estão em maior proporção, seguido de seringas (sem agulhas) e seringas com agulhas. Em seguida, vem as agulhas, e em menor quantidade, outros materiais em geral. De uma forma geral, observa-se um comportamento não muito diferente em termos de composições presentes em ambas as amostras.

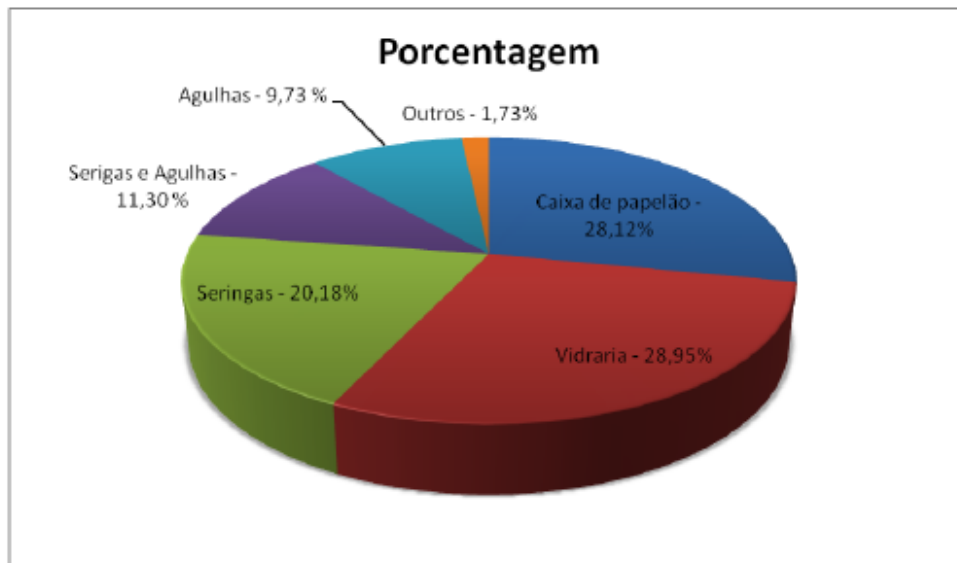


Figura 14. Composição média das caixas *descartark* de volume 13 L.

#### 4.2 Preparação da amostra modelo

Para a preparação da amostra modelo, a ser usada para o estudo de separação dos materiais por magnetismo e peneiramento, tomou-se como base a composição média das amostras de caixas *descartark* de volume 13 L, apresentada na Figura 14. A amostra modelo foi preparada com materiais estéreis visando reproduzir uma composição mais próxima possível da amostra real. Para chegar a resultados mais precisos, fez-se a caracterização individual de cada material encontrado na caracterização dos RSS. Dessa forma, pode-se estimar o tipo de material e a quantidade de cada resíduo que compõem os RSS encontrados na caracterização. Para fins de cálculos trabalhou-se com as médias e porcentagens. Assim, os critérios adotados para se chegar a essa reprodução serão comentados a seguir.

Na Figura 15 são mostradas as seringas usadas para montagem da amostra modelo. Foram selecionadas seringas de três volumes, 5, 10 e 20 mL, conforme mostradas na respectiva figura.



Figura 15. Seringas usadas na preparação da amostra modelo.

Na Tabela 3 estão apresentadas as composições das seringas de diferentes volumes.

Tabela 3. Composição das seringas.

Material	5 ml	10 ml	20 ml	Média	% (em peso)
Borracha (embôlo)	0,3873g	0,6132g	1,4453g	0,8153g	10,94
Polímero	3,6993g	5,6085g	10,6137g	6,6405g	89,06
Peso Total	4,0866g	6,2217g	12,0590g	7,4557g	100

A partir dos valores listados na Tabela 3, foi determinada a média da composição dos diferentes materiais presentes nas seringas, sendo o resultado apresentado na Figura 16. Pode-se observar que as seringas são compostas na sua totalidade por 89% de polímero e o restante, de borracha, que faz parte do êmbolo das seringas.

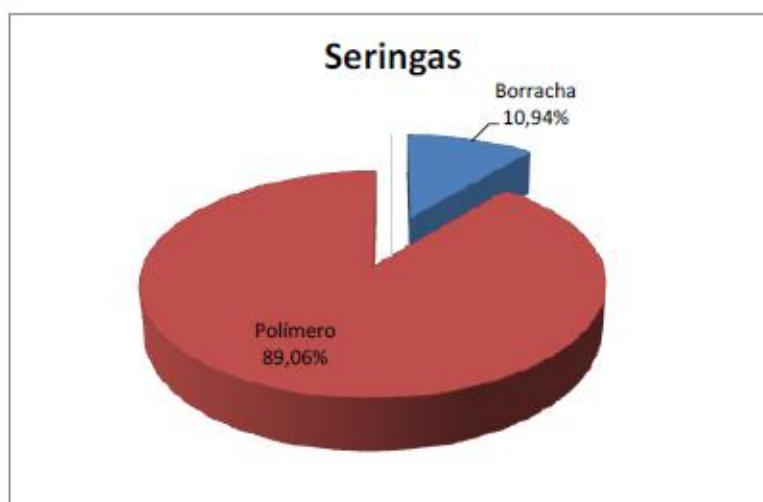


Figura 16. Composição média das seringas.

Na Figura 17 são mostradas dois tipos de agulhas usadas para montagem da amostra modelo, com suas respectivas capas de proteção. Foram selecionadas agulhas de dois tamanhos diferentes, conforme mostradas na respectiva figura.



Figura 17. Agulhas usadas na montagem da amostra modelo.

Para esse item, fez-se a média entre dois tipos de agulhas, considerando o seu tamanho, conforme mostrado na Tabela 4. O polímero refere-se à capa de proteção da agulha.



Tabela 4. Composição das agulhas.

Material	Agulha Maior	Agulha Menor	Média	% (em peso)
Metal	0,0545g	0,2248g	0,1396g	16,4
Polímero	0,6464g	0,7773g	0,71185g	83,6
Peso Total	0,7009g	1,0021g	0,85145g	100

A partir dos valores listados na Tabela 4, foi determinada a média da composição dos diferentes materiais presentes nas agulhas, sendo o resultado apresentado na Figura 18. É possível verificar que cerca de 84% das agulhas é composta de polímero e apenas 16%, de metal.

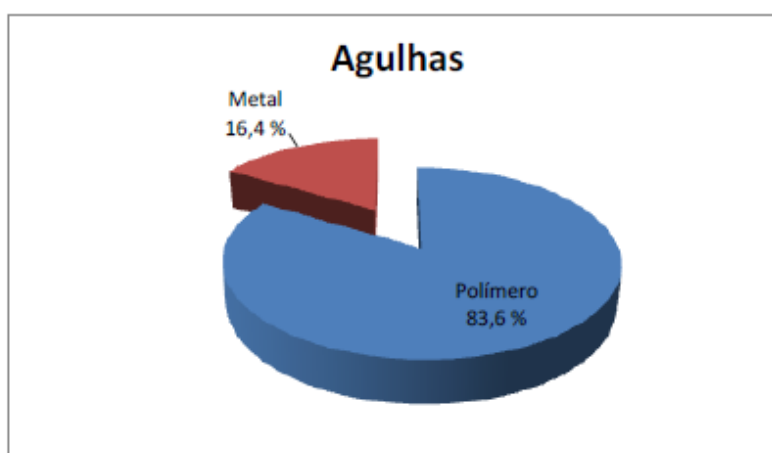


Figura 18. Composição das agulhas.

A amostra relativa aos vidros usada para a montagem da amostra modelo está apresentada na Figura 19, sendo composta também por lacre metálico e borracha (êmbolo), e cuja composição média está apresentada na Tabela 5.



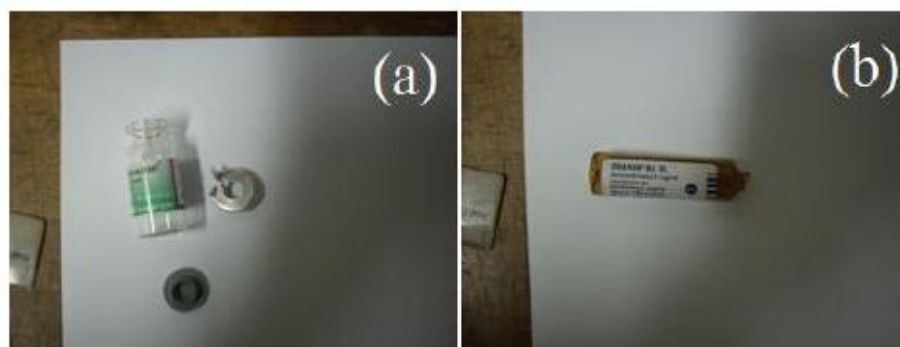


Figura 19. Frascos de vidro usados na montagem da amostra modelo. (a) frasco de vidro com lacre e tampa, e (b) ampola de vidro.

Tabela 5. Composição da amostra contendo vidros.

Material	Vidros com tampas	Vidros (Ampolas)	Média	%
Metal (alumínio)	0,3840g	-	0,192 g	2,03
Vidro	11,5273g	5,3146g	8,4209g	88,41
Borracha	1,8225g	-	0,9112g	9,56
Peso Total	13,7338g	5,3146g	9,5242g	100

A partir dos valores listados na Tabela 6, foi determinada a média da composição dos diferentes materiais presentes na fração relativa a vidros, sendo o resultado apresentado na Figura 20. A composição dessa amostra é de 84% de vidro, 9% de borracha, e o restante de alumínio, cerca de 2%.

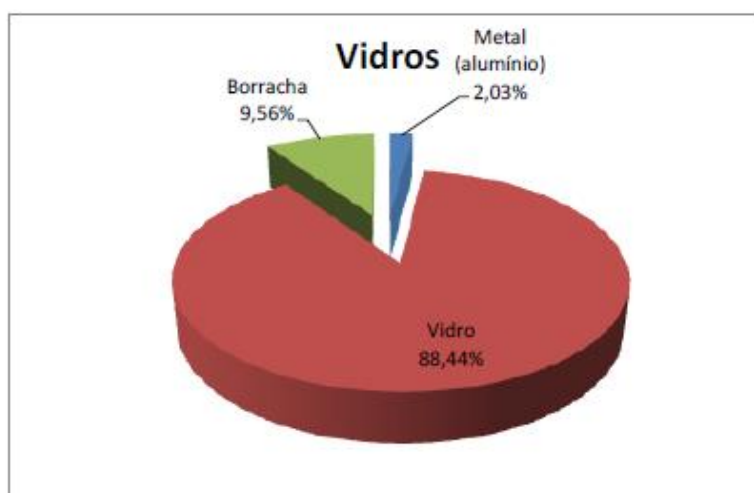


Figura 20. Composição da amostra relativa aos vidros.

Na Figura 21 são apresentados os materiais relativos à fração “outros materiais em geral” usados para a preparação da amostra modelo. Nessa figura, estão os materiais *butterfly* (Figura 21a) e equipo (Figura 21b), e cuja composição está apresentada na Tabela 6.



Figura 21. Amostra relativa aos outros materiais em geral. (a) *butterfly* e (b) equipo.

Tabela 6. Composição da fração relativa aos "outros materiais".

Material	<i>Butterfly</i>	Equipo	Média	%
Metal	0,036g	-	0,018g	0,19
Polímero	2,0268g	16,8186g	9,4227g	92,61
Borracha	-	1,4669g	0,73345g	7,20
Peso Total	2,0628g	18,2855g	10,1741g	100

A partir dos valores listados na Tabela 6, foi determinada a média da composição dos diferentes materiais presentes na fração "outros materiais", sendo o resultado apresentado na Figura 22. Os materiais dessa fração são considerados materiais usados na área da saúde, como *butterfly*, equipos, ponta de equipo, entre outros, que tem na sua composição grande quantidade de polímero, cerca de 93%. Devido ao fato de a quantidade de metal ser muito pequena, esta foi desconsiderada.

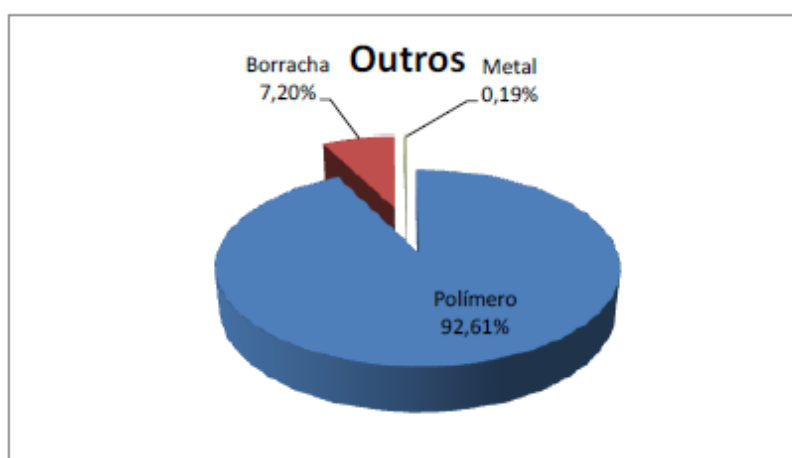


Figura 22. Composição da amostra relativa aos outros materiais em geral.

Conforme caracterização realizada anteriormente, foram pesadas duas amostras com mesma massa e proporção para cada tipo de moinho. Para os testes realizados nos diferentes tipos de moinhos, estimou-se uma massa total de 300 g. Após isso, calculou-se, conforme resultados obtidos na Figura 14, a massa de cada

material que constitui a composição da amostra. Na Tabela 7 são mostradas as massas determinadas na composição das amostras.

Tabela 7. Composição das amostras utilizadas para a cominuição nos moinhos de sapatas, facas e martelos.

Material	Massa (g)	% em massa
Papelão	84,40	28,12
Vidros	86,90	28,95
Seringas	60,50	20,18
Seringas e Agulhas	34	11,30
Agulhas	30	9,73
Outros	5,20	1,73
Total	301 g	100

Conforme a caracterização individual dos materiais estéreis apresentados nas Tabelas 3 a 6, estima-se uma quantidade de 4 seringas e 4 agulhas, no fração “seringas e agulhas” da Tabela 7. Considerando os resultados da Tabela 3, que considera uma média de 7,4557g para seringas e os resultados da Tabela 4, que considera uma média de 0,85145 g de agulhas, então para uma seringa com agulha estima-se uma média de 8,30685 g. Dividindo-se a massa de seringas e agulhas obtida na Tabela 7 pela média de uma seringa com agulha (8,30715 g), obtêm-se um quantidade estimada de 4 unidades de cada. Para agulhas, estima-se 35 unidades, considerando-se os resultados da Tabela 4 que apresenta uma média de 0,85145g; dividindo-se esse valor pela massa de agulhas, conforme Tabela 7, obtêm-se 35 unidades.

Estima-se que, no total, a amostra possua, cerca de, 39 agulhas. Para seringas, conforme Tabela 3, que apresenta uma média de 7,4557 g, estima-se 8 unidades de seringas, valor esse determinado pela massa de seringas apresentado na Tabela 7 e dividido pela média. Estima-se que, no total, a amostra tenha-se 12 seringas. Para vidros, conforme Tabela 5, que apresenta uma média de 9,5242 g, estima-se 9 unidades de frascos, valor esse determinado pela massa apresentado na Tabela 7 dividido pela média.

A partir da caracterização individual dos RSS, estimou-se a quantidade de cada material que compõe esses resíduos, sendo eles: polímero, vidro, papelão, borracha, alumínio, aço inox. A Tabela 8 mostra os resultados obtidos a partir dos

resultados encontrados nas Figuras 16, 18, 20 e 22. Assim, através dos dados apresentados na Tabela 8, podemos estimar que em uma amostra de 300g de RSS, existem aproximadamente 112,23 g de polímero 84,40 g de papelão, 76,82 g de vidro, 18,45 g de borracha, 5,45g de aço inox e 1,76g de alumínio. Dessa forma, foi constituída a amostra modelo para cominuição em diferentes moinhos e malhas.

Tabela 8. Estimativa de material presente na amostra modelo de 300g.

Material	Massa (g)	% em massa	Massa (g) (tipo de material )
Papelão	84,40	100%	84,40 g de papelão
Vidro	86,90	88,41 % vidro	76,82 g de vidro
		9,56 % borracha	8,30 g de borracha
		2,03 % alumínio	1,76 g de alumínio
Seringa	89,46	89,06%polímero	77,67g de polímero
		10,94%borracha	9,78 g de borracha
Agulha	33,20	83,6 % polímero	27,75 g de polímero
		16,4 % aço inox	5,45 g de aço inox
Outros	5,20	92,61%polímero	4,81 g de polímero
		7,2 % borracha	0,37 g de borracha

#### 4.3 Cominuição da amostra modelo

Dentre os moinhos usados, o moinho de sapatas foi o único que não triturou o material. Dessa forma, os materiais foram triturados somente com os moinhos de facas e de martelos.

Na Figura 23 estão apresentados os resultados da amostra triturada com moinho de facas, com malha (a) 5 mm e (b) 10 mm. Observa-se através da Figura



23 que a amostra cominuída com o uso da malha 5 mm (Figura 23a) apresenta-se com tamanho de partículas menores em relação a amostra cominuída com o uso de malha 10 mm, como era de se esperar (Figura 23b). Em ambas as malhas utilizadas, percebe-se que as amostras mantiveram-se homogêneas no sentido de manter um padrão de tamanho de partícula para os diferentes materiais cominuídos.

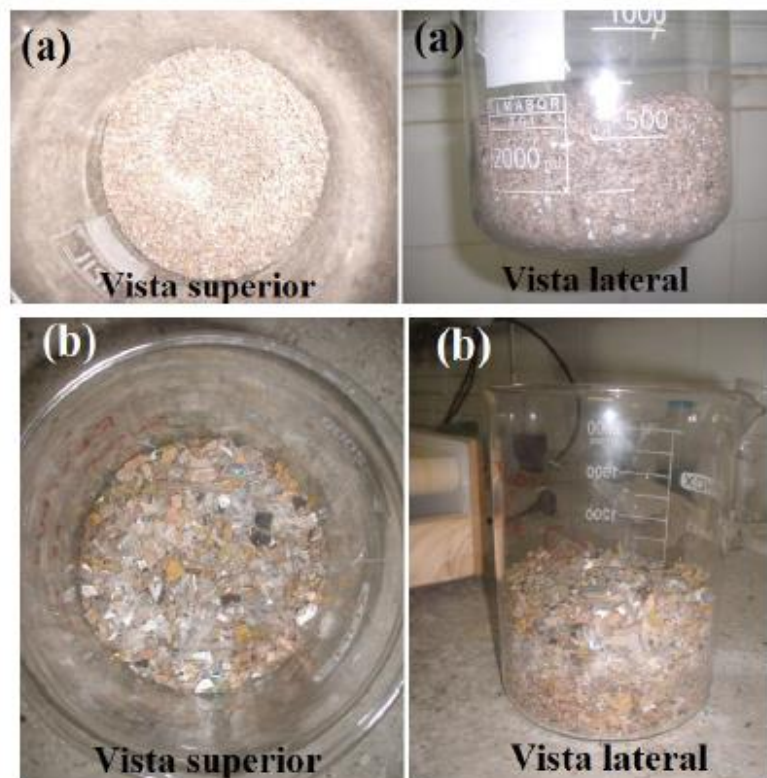


Figura 23. Amostra modelo cominuída com moinho de facas, com malha (a) 5 mm e (b) 10 mm.

Na Figura 24 estão apresentados os resultados da amostra cominuída com moinho de martelos, com malha (a) 5 mm e (b) 10 mm. Diferentemente dos resultados observados na cominuição do material com o moinho de facas, as partículas dos diferentes materiais apresentaram significativa diferença no tamanho, principalmente os vidros, que devido ao impacto com os martelos acabam esfarelado-se, e conseqüentemente reduzindo o seu tamanho significativamente. Assim, os materiais cominuídos com o moinho de martelos acabaram tendo um tamanho de partículas bem menor do que a abertura das suas respectivas malhas usadas na cominuição.



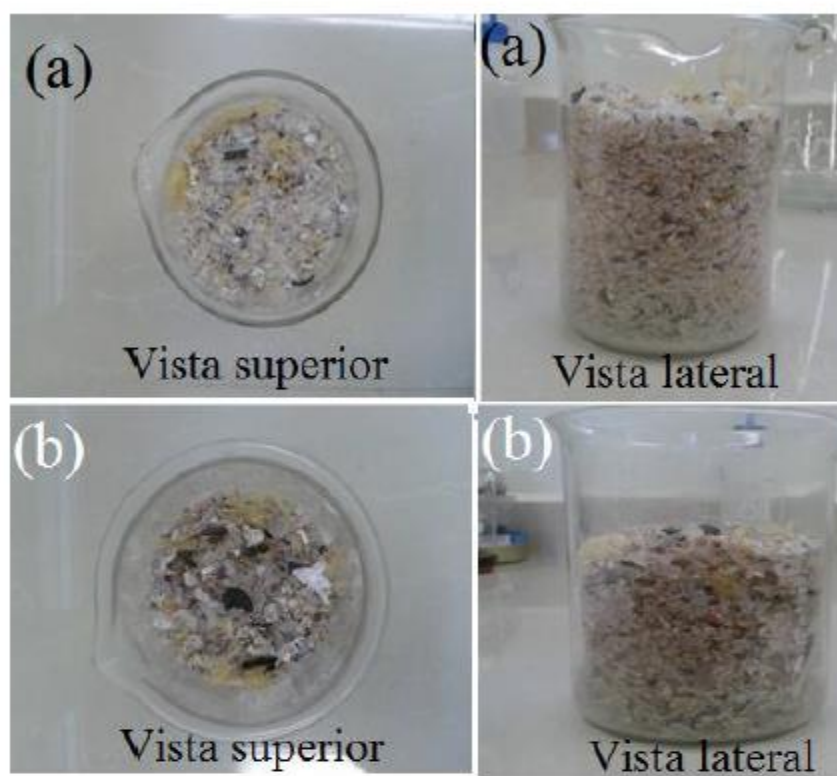


Figura 24. Amostra modelo cominuída com moinho de martelos, com malha (a) 5 mm e (b) 10 mm.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da perda de material durante o processo de cominuição para ambos os moinhos. Através dos resultados apresentados na Tabela 9, é possível observar que o uso de ambos os moinhos, com diferentes malhas, apresentaram uma pequena perda de material, possivelmente em função de se depositarem nas partes internas do equipamento. A porcentagem de perda de amostra para todas as condições de cominuição está dentro da mesma ordem de grandeza, ou ainda, não há diferença significativa entre elas.

Tabela 9. Resultados da cominuição com o moinho de facas e de martelos, com malhas 5 e 10 mm.

Moinho	Malha	Massa Inicial (g)	Massa pós-cominuição (g)	Perda (g)	Perda (%)
Facas	5mm	300	283,1	16,9	5,60
	10 mm	300	287,6	12,4	4,10
Martelos	5 mm	300	281,7	18,3	6,10
	10 mm	300	278,6	21,4	7,10

#### 4.4 Separação magnética

As amostras cominuídas pelos moinhos de martelos e facas, com malhas de 5 e 10 mm foram submetidas a separação magnética a fim de remover a fração metálica (aço inox) presente nas amostras. Essa amostra continha uma quantidade de 5,45 g de aço inox, metal constituinte das agulhas, conforme dados mostrados na Tabela 8. Vale ressaltar que o alumínio presente na amostra é um matéria não magnético e, portanto, não foi removido por esse processo.

Para a separação com o moinho de facas, com malha 5 mm, observou-se um separação de 3,72 g de aço, correspondendo a uma eficiência de 68,25%, enquanto que com a malha 10 mm, a separação foi de 4,13 g de aço, correspondendo a 75,77% de remoção. Com o uso do moinho de martelos, obteve-se uma separação de 4,32 g de aço com a malha 5 mm e 4,74 g de aço com a malha 10 mm, perfazendo uma eficiência de separação de 79,26% e 86,97 %, respectivamente.

Na Figura 25 e 26 são apresentados os metais (agulhas) removidos nos moinhos de facas e de martelos, respectivamente, em ambas as malhas usadas. Para o caso da cominuição com o moinho de facas, houve uma segregação das agulhas (Figura 25), enquanto que com o uso do moinho de martelos, as agulhas praticamente permaneceram inteiras (Figura 26).

Com o uso de moinho de martelos com malha 5 mm, houve a remoção total do material polimérico presente nas agulhas (Figura 26 a), enquanto que isso não ocorreu para o uso da malha 10 mm (Figura 26 b). Isso justifica porque a amostra cominuída com uso da malha 10 mm apresentou eficiência ligeiramente maior de

separação. Assim sendo, apesar do uso de malha 5 mm apresentar eficiência ligeiramente menor em relação a malha 10 mm, essa foi selecionada para os ensaios posteriores de separação por peneiramento em função de resultar numa liberação total do material polimérico contido na agulhas.

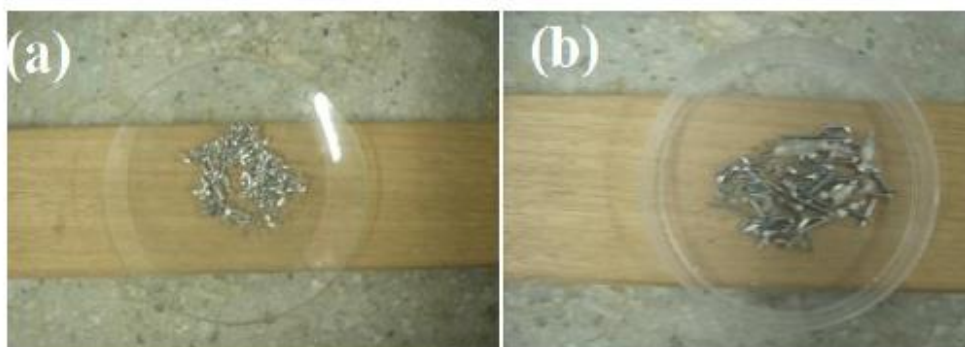


Figura 25. Material metálico da amostra cominuída com o moinho de facas, removido por ação magnética. (a) Usando malha 5 mm, e (b) usando com malha 10 mm.

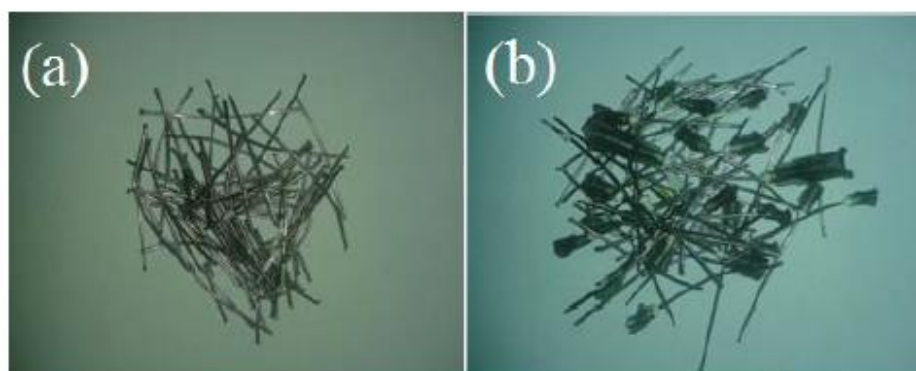


Figura 26. Material metálico da amostra cominuída com o moinho de martelos, removido por ação magnética. (a) Usando malha 5 mm, e (b) usando com malha 10 mm.

#### 4.5 Separação por peneiramento

Para o estudo da separação do vidro de outros materiais, foi usada a amostra previamente cominuída com moinho de martelos, com malha 5 mm, e submetida à separação magnética. Essa amostra continha uma massa de 295,68 g,



correspondente a eliminação de 4,32 g de aço inox removido da amostra de 300 g pelo processo de separação magnética. Na Figura 27, foram utilizadas peneiras com diferentes malhas a fim de observar os materiais retidos em cada uma. É possível observar na primeira peneira (abertura de malha de 4 mesh) (Figura 27a) a presença de borracha, material esse presente nas tampas de frascos de vidros de remédios.

Da primeira peneira, foi removido o alumínio, mostrado na Figura 28. Foi removido 1,76 g de alumínio, correspondente a todo o alumínio presente na amostra, cuja composição está apresentada na Tabela 8. Na Figura 27f, que corresponde ao coletor de fundo, tem-se uma amostra formada predominantemente por vidro moído. Para certificação de que no coletor de fundo, realmente há predominância de vidro, foi realizado uma processo de separação por flotação (Figura 29).

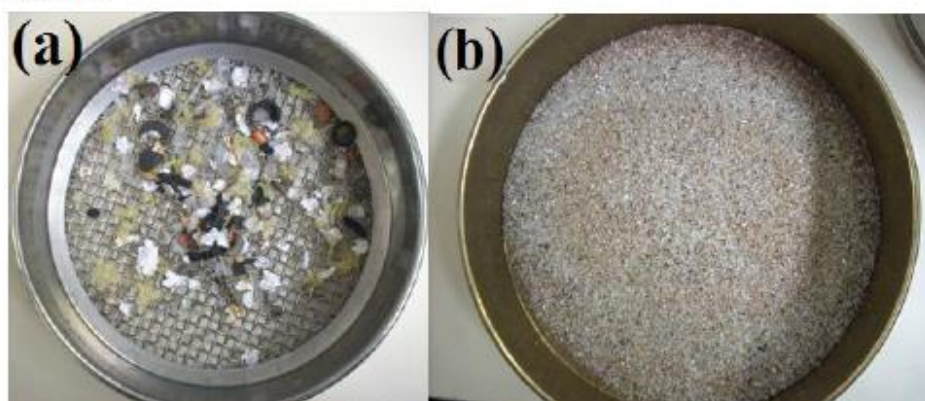


Figura 27. Amostras retidas nas peneiras com abertura de malha de (a) 4 mesh, (b) coletor (fundo).



Figura 28. Separação do alumínio por peneiramento.

Uma amostra de 30 g foi inserida em um recipiente (mostrada na Figura 29) e a esta foi adicionado água. Após agitação e tempo de repouso, percebeu-se que houve a separação do polímero (material flotado) e do vidro (decantado), conforme visualizado na Figura 29c.

Posteriormente foi feito a remoção do material sobrenadante com uma peneira e este foi submetido à secagem em estufa por 90 °C, por 10 h, seguido de pesagem. A massa de material separado por densidade foi de 2,3 g (Figura 30). Pesou-se no coletor de fundo uma massa total de 71,61 g, sendo desse total, 2,3 g de polímero, o que corresponde a uma fração de 96,8 % de vidro. Dessa forma, o peneiramento poderia ser usado como uma operação adequada para separar alumínio e vidros de outros materiais presentes na amostra.



Figura 29. Amostra do coletor de fundo, vista superior (a), vista lateral (b) e flotação (c).



Figura 30. Material flotante (polímero).

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre o trabalho aqui realizado bem como algumas sugestões para trabalhos futuros.

#### 5.1 Conclusões

- Através da abertura das caixas e por uma simples metodologia de pesagem foi possível realizar a caracterização dos materiais de RSS.

- Com base na caracterização dos RSS, observou-se que os materiais internos as caixas *descarpak* são formados principalmente por polímeros e vidraria. Levando-se em conta a composição das caixas, o papel é um material que aparece também em grande proporção na composição dos RSS.

- Foi possível reproduzir uma amostra de RSS com materiais estéreis a fim de estudar a separação de alguns desses resíduos tais como metal e vidro.

- Os RSS foram submetidos a cominuição por diferentes tipos de moinhos, e observou-se que o moinho de martelos, com malha 5 mm promoveu uma melhor cominuição em vista dos resultados posteriores de separação magnética.

- Foi proposto o processo de separação magnética para a recuperação do aço inox. Assim, demonstrou-se nesse trabalho que esse processo pode ser usado para tal fim.

- A partir do processo de peneiramento, foi possível obter uma amostra predominante em vidro.



## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A continuidade desta pesquisa poderia ser direcionada nos seguintes temas:

- Ampliar o estudo da etapa de separação magnética para outros teores de metais presentes na amostra em estudo
- Ampliar o estudo da recuperação dos polímeros presente na fração não condutora utilizando separação por densidade.
- Estudar a recuperação dos polímeros presente na fração não condutora utilizando separação por fluidização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. 2012. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.

ANVISA. 2004. **Resolução nº 304: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1990. NBR 11175: **Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993. NBR 12807. **Resíduos de serviços de saúde: terminologia.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993. NBR 12808: **Resíduos de serviços de saúde: classificação.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993. NBR 12809: **Manuseio de resíduos de serviços de saúde.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993. NBR 12810: **Coleta de resíduos de serviços de saúde.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2001. NBR 14652. **Coletor transportador rodoviário de resíduos de serviços de saúde - Requisitos de construção e inspeção - Resíduos do Grupo A**

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. 2009. NBR 7500: **Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.**

BIDONE, F.R.A. (Org.). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Brasília: FINEP/PROSAB, 2001.

BRASIL. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>

BRILHANTE, O. M. & CALDAS, L. Q. A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz, 1999.

BROLLO, M. J. & SILVA, M. M. **Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil**. In: Anais do 21º

CONAMA. 2002. Resolução nº. 316 – **Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos**.

CONAMA. 2002. Resolução nº.316: **Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos**.

CONAMA. 2005. Resolução nº.358: **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**.

CONFORTIN, A. C. **Estudo dos resíduos de serviço de saúde do hospital do Oeste/SC**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2001.

Diaz, L.F., Savage, G.M., Eggerth, L.L., 2005. **Alternatives for the treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries**. *Waste Management* 25, 626–637

GARBIN, M. 2008. **Gerenciamento de resíduos sólidos Hospital de Clínicas de Porto Alegre**.

HADDAD, C. M. C. **Resíduos de serviços de saúde de um hospital de médio porte do município de Araraquara: subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento: Centro Universitário de Araraquara**, 2006.

Jofre AF, Die IM, Maruet JU. **Gestion avanzada de residuos biosanitarios**. *Rev Todo Hosp*. 1993;6(97):13-18.

LEE, B., ELLENBECKER, M.J., MOURE-ERSASO, R., 2004. **Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes**. *Waste Management* 24, 143–151.

LISTER, J. 1867. **Novo Método para Tratar Fraturas Compostas e Abscessos e Princípio Antisséptico da Prática Cirúrgica**.

LOPES, V.S.A. 2008. **Estudo comparativo de alternativas para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde: incineração e desinfecção térmica.**

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

MONREAL, J. **Consideraciones sobre el Manejo de Residuos de Hospitalarios en América Latina.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

NAIME, R.I.;GARCIA, A.C. 2004; **Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviço de saúde.**

Ponka, A., Kaski, A., Lahdevirta, J., 1996. **Recommendation for the management of waste from healthcare facilities in Helsinki.** Waste Manage. Res. 14, 145–150

RIO GRANDE DO SUL. 1994. **Lei estadual nº 10.099. Dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras provicências.**

RODRIGES, E. A. C.; MENDONÇA, J. S.; AMARANTE, J. M. B. *et al.* 1997. **Infecções Hospitalares: prevenção e controle.**

SCHNEIDER VE, REGO RCE, CALDART V, ORLANDIN SM. A Problemática dos Resíduos Sólidos. In: Schneider VE, Rego RCE, Caldart V, Orlandin SM. **Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde.** 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo: CLR Balieiro Editores; 2001.

Schneider, V. E. (2004). **Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuições aos estudos das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5982/000478819.pdf?sequence=1> acesso em 06 mar. 2013.

SCHNEIDER, V.E, **Manual de Gerenciamento de Residuos Sólidos de Saúde. Caxias de Sul (RS),** Editoria da Universidade de Caxias do Sul - Educs, 2<sup>a</sup>. ed. rev. e ampl., 2004.

SOUZA, L.F. 2003. **Codisposição de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde com Resíduos Sólidos Urbanos**. Porto Alegre, maio de 2003.



NORMA  
BRASILEIRA

**ABNT NBR  
10004**

Segunda edição  
31.05.2004

Válida a partir de  
30.11.2004

---

---

## **Resíduos sólidos – Classificação**

*Solid waste – Classification*

Palavra-chave: Resíduo sólido  
Descriptor: *Solid waste*

ICS 13.030.10



Número de referência  
ABNT NBR 10004:2004  
71 páginas

© ABNT 2004

© ABNT 2004

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada em qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT

Av. Treze de Maio, 13 – 28º andar

20003-900 – Rio de Janeiro – RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

**Sumário**

Página

Prefácio.....	iv
0 Introdução .....	v
1 Objetivo .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Definições .....	1
4 Processo de classificação.....	2
4.1 Laudo de classificação .....	3
4.2 Classificação de resíduos .....	3
4.2.1 Resíduos classe I - Perigosos.....	3
4.2.2 Resíduos classe II - Não perigosos .....	5
5 Métodos de ensaio .....	5
Anexo A (normativo) Resíduos perigosos de fontes não específicas .....	6
Anexo B (normativo) Resíduos perigosos de fontes específicas .....	13
Anexo C (normativo) Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos.....	33
Anexo D (normativo) Substâncias agudamente tóxicas.....	49
Anexo E (normativo) Substâncias tóxicas .....	54
Anexo F (normativo) Concentração – Limite máximo no extrato obtido no ensaio de lixiviação.....	67
Anexo G (normativo) Padrões para o ensaio de solubilização.....	69
Anexo H (informativo) Codificação de alguns resíduos classificados como não perigosos .....	71

## Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros)

A ABNT NBR 10004 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos (ABNT/CEET-00:001.34). O Projeto circulou em Consulta Pública conforme Edital nº 08 de 30.08.2002, com o número Projeto NBR 10004.

Esta Norma é baseada no *CFR – Title 40 – Protection of environmental – Part 260-265 – Harzardous waste management*

Esta Norma substitui a ABNT NBR 10004:1987.

Esta Norma contém os anexos A, B, C, D, E, F, G, de caráter normativo e o anexo H, de caráter informativo.

## 0 Introdução

0.1 Considerando a crescente preocupação da sociedade com relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável, a ABNT criou a CEET-00.01.34 - Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos, para revisar a ABNT NBR 10004:1987 - Resíduos sólidos - Classificação, visando a aperfeiçoá-la e, desta forma, fornecer subsídios para o gerenciamento de resíduos sólidos.

0.2 As premissas estabelecidas para a revisão foram a correção, complementação e a atualização da norma em vigor e a desvinculação do processo de classificação em relação apenas à disposição final de resíduos sólidos.

0.3 A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados.

A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.

0.4 A figura 1 ilustra a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente. Os resíduos sólidos são classificados em dois grupos - perigosos e não perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em não inerte e inerte.

0.4.1 Esta Norma estabelece os critérios de classificação e os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com suas características.

0.4.1.1 Todos os resíduos ou substâncias listados nos anexos A, B, D, E, F e H têm uma letra para codificação, seguida de três dígitos.

Os resíduos perigosos constantes no anexo A são codificados pela letra F e são originados de fontes não específicas.

Os resíduos perigosos constantes no anexo B são codificados pela letra K e são originados de fontes específicas.

Os resíduos perigosos classificados pelas suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade são codificados conforme indicado a seguir:

D001: qualifica o resíduo como inflamável;

D002: qualifica o resíduo como corrosivo;

D003: qualifica o resíduo como reativo;

D004: qualifica o resíduo como patogênico.

Os códigos D005 a D052 constantes no anexo F identificam resíduos perigosos devido à sua toxicidade, conforme ensaio de lixiviação realizado de acordo com ABNT NBR 10005.

Os códigos identificados pelas letras P e U, constantes nos anexos D e E, respectivamente, são de substâncias que, dada a sua presença, conferem periculosidade aos resíduos e serão adotados para codificar os resíduos classificados como perigosos pela sua característica de toxicidade.



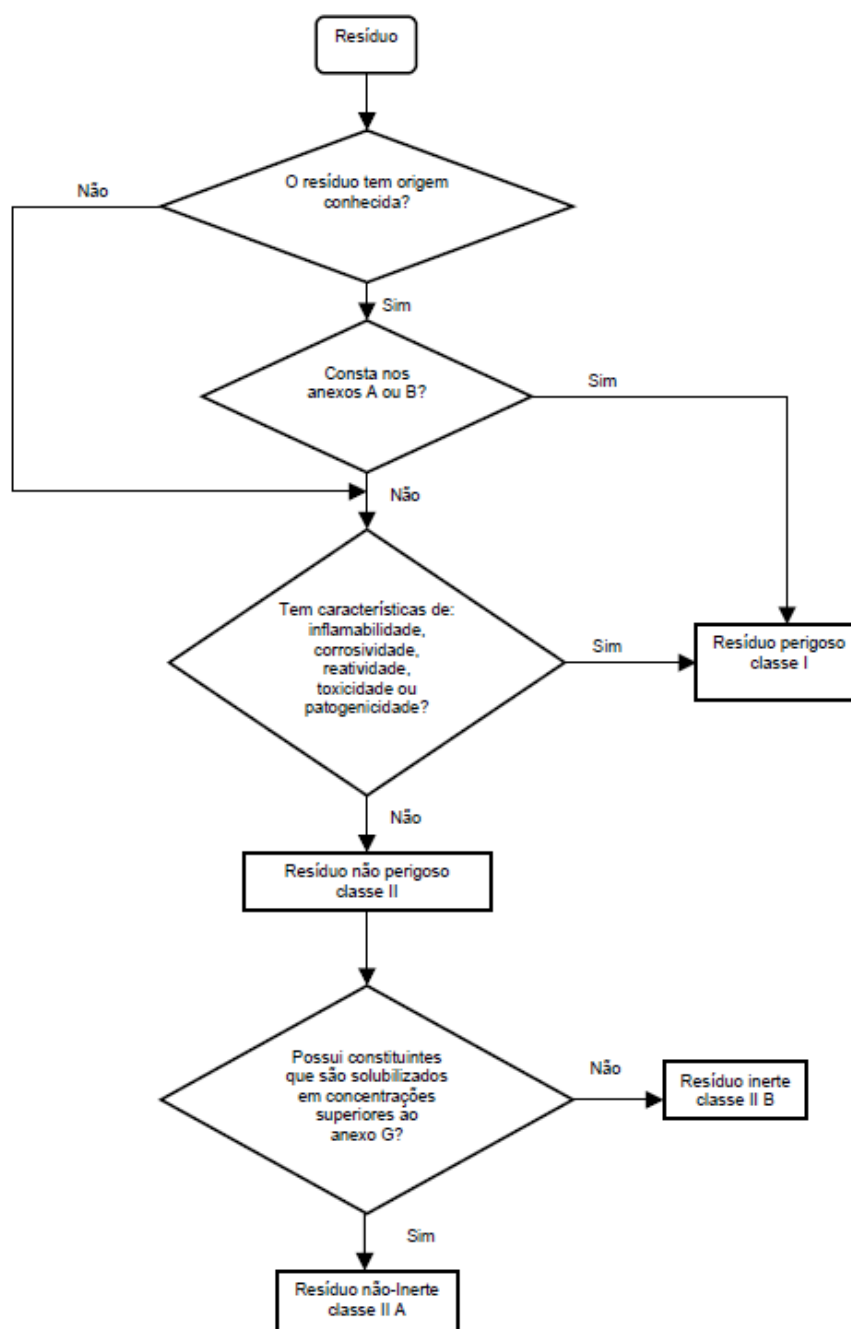


Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos resíduos

## Resíduos sólidos - Classificação

### 1 Objetivo

Esta Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

NOTA Os resíduos radioativos não são objeto desta Norma, pois são de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

### 2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes

ABNT NBR 10005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos

ABNT NBR 10006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos

ABNT NBR 10007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos

ABNT NBR 12808:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Classificação

ABNT NBR 14598:2000 – Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado *Pensky- Martens*

USEPA - SW 846<sup>1)</sup> – *Test methods for evaluating solid waste – Physical/chemical methods*

### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

**3.1 resíduos sólidos:** Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, 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 técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

<sup>1)</sup> A não referência ao ano de publicação deste documento significa que deve ser utilizada a edição mais recente.

**3.2 periculosidade de um resíduo:** Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:

- a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

**3.3 toxicidade:** Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo.

**3.4 agente tóxico:** Qualquer substância ou mistura cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea tenha sido cientificamente comprovada como tendo efeito adverso (tóxico, carcinogênico, mutagênico, teratogênico ou ecotoxicológico).

**3.5 toxicidade aguda:** Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar um efeito adverso grave, ou mesmo morte, em consequência de sua interação com o organismo, após exposição a uma única dose elevada ou a repetidas doses em curto espaço de tempo.

**3.6 agente teratogênico:** Qualquer substância, mistura, organismo, agente físico ou estado de deficiência que, estando presente durante a vida embrionária ou fetal, produz uma alteração na estrutura ou função do indivíduo dela resultante.

**3.7 agente mutagênico:** Qualquer substância, mistura, agente físico ou biológico cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea possa elevar as taxas espontâneas de danos ao material genético e ainda provocar ou aumentar a frequência de defeitos genéticos.

**3.8 agente carcinogênico:** Substâncias, misturas, agentes físicos ou biológicos cuja inalação ingestão e absorção cutânea possa desenvolver câncer ou aumentar sua frequência. O câncer é o resultado de processo anormal, não controlado da diferenciação e proliferação celular, podendo ser iniciado por alteração mutacional.

**3.9 agente ecotóxico:** Substâncias ou misturas que apresentem ou possam apresentar riscos para um ou vários compartimentos ambientais.

**3.10 DL<sub>50</sub> (oral, ratos):** Dose letal para 50% da população dos ratos testados, quando administrada por via oral (DL – dose letal).

**3.11 CL<sub>50</sub> (inalação, ratos):** Concentração de uma substância que, quando administrada por via respiratória, acarreta a morte de 50% da população de ratos exposta (CL – concentração letal).

**3.12 DL<sub>50</sub> (dérmica, coelhos):** Dose letal para 50% da população de coelhos testados, quando administrada em contato com a pele (DL – dose letal).

#### **4 Processo de classificação**

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.

**NOTA** Outros métodos analíticos, consagrados em nível internacional, podem ser exigidos pelo Órgão de Controle Ambiental, dependendo do tipo e complexidade do resíduo, com a finalidade de estabelecer seu potencial de risco à saúde humana e ao meio ambiente.

## 4.1 Laudo de classificação

O laudo de classificação pode ser baseado exclusivamente na identificação do processo produtivo, quando do enquadramento do resíduo nas listagens dos anexos A ou B. Deve constar no laudo de classificação a indicação da origem do resíduo, descrição do processo de segregação e descrição do critério adotado na escolha de parâmetros analisados, quando for o caso, incluindo os laudos de análises laboratoriais. Os laudos devem ser elaborados por responsáveis técnicos habilitados.

## 4.2 Classificação de resíduos

Para os efeitos desta Norma, os resíduos são classificados em:

- a) resíduos classe I - Perigosos;
- b) resíduos classe II – Não perigosos;
  - resíduos classe II A – Não inertes.
  - resíduos classe II B – Inertes.

### 4.2.1 Resíduos classe I - Perigosos

Aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido em 3.2, ou uma das características descritas em 4.2.1.1 a 4.2.1.5, ou constem nos anexos A ou B.

NOTA O gerador de resíduos listados nos anexos A e B pode demonstrar por meio de laudo de classificação que seu resíduo em particular não apresenta nenhuma das características de periculosidade especificadas nesta Norma.

#### 4.2.1.1 Inflamabilidade

Um resíduo sólido é caracterizado como inflamável (código de identificação D001), se uma amostra representativa dele, obtida conforme a ABNT NBR 10007, apresentar qualquer uma das seguintes propriedades:

- a) ser líquida e ter ponto de fulgor inferior a 60°C, determinado conforme ABNT NBR 14598 ou equivalente, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;
- b) não ser líquida e ser capaz de, sob condições de temperatura e pressão de 25°C e 0,1 MPa (1 atm), produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- c) ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material;
- d) ser um gás comprimido inflamável, conforme a Legislação Federal sobre transporte de produtos perigosos (Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes).

#### 4.2.1.2 Corrosividade

Um resíduo é caracterizado como corrosivo (código de identificação D002) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, apresentar uma das seguintes propriedades:

- a) ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5;

## ABNT NBR 10004:2004

- b) ser líquida ou, quando misturada em peso equivalente de água, produzir um líquido e corroer o aço (COPANT 1020) a uma razão maior que 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55°C, de acordo com USEPA SW 846 ou equivalente.

### 4.2.1.3 Reatividade

Um resíduo é caracterizado como reativo (código de identificação D003) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, apresentar uma das seguintes propriedades:

- a) ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;
- b) reagir violentamente com a água;
- c) formar misturas potencialmente explosivas com a água;
- d) gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água;
- e) possuir em sua constituição os íons  $\text{CN}^-$  ou  $\text{S}^{2-}$  em concentrações que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo ou 500 mg de  $\text{H}_2\text{S}$  liberável por quilograma de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no USEPA - SW 846;
- f) ser capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados;
- g) ser capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 0,1 MPa (1 atm);
- h) ser explosivo, definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, através de explosão ou efeito pirotécnico, esteja ou não esta substância contida em dispositivo preparado para este fim.

### 4.2.1.4 Toxicidade

Um resíduo é caracterizado como tóxico se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, apresentar uma das seguintes propriedades:

- a) quando o extrato obtido desta amostra, segundo a ABNT NBR 10005, contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes no anexo F. Neste caso, o resíduo deve ser caracterizado como tóxico com base no ensaio de lixiviação, com código de identificação constante no anexo F;
- b) possuir uma ou mais substâncias constantes no anexo C e apresentar toxicidade. Para avaliação dessa toxicidade, devem ser considerados os seguintes fatores:
  - natureza da toxicidade apresentada pelo resíduo;
  - concentração do constituinte no resíduo;
  - potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para migrar do resíduo para o ambiente, sob condições impróprias de manuseio;
  - persistência do constituinte ou qualquer produto tóxico de sua degradação;
  - potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para degradar-se em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre a degradação;
  - extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, é capaz de bioacumulação nos ecossistemas;



- efeito nocivo pela presença de agente teratogênico, mutagênico, carcinogênico ou ecotóxico, associados a substâncias isoladamente ou decorrente do sinergismo entre as substâncias constituintes do resíduo;
- c) ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias constantes nos anexos D ou E;
- d) resultar de derramamentos ou de produtos fora de especificação ou do prazo de validade que contenham quaisquer substâncias constantes nos anexos D ou E;
- e) ser comprovadamente letal ao homem;
- f) possuir substância em concentração comprovadamente letal ao homem ou estudos do resíduo que demonstrem uma  $DL_{50}$  oral para ratos menor que 50 mg/kg ou  $CL_{50}$  inalação para ratos menor que 2 mg/L ou uma  $DL_{50}$  dérmica para coelhos menor que 200 mg/kg.

Os códigos destes resíduos são os identificados pelas letras P, U e D, e encontram-se nos anexos D, E e F.

#### 4.2.1.5 Patogenicidade

4.2.1.5.1 Um resíduo é caracterizado como patogênico (código de identificação D004) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou se houver suspeita de conter, microorganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais.

4.2.1.5.2 Os resíduos de serviços de saúde deverão ser classificados conforme ABNT NBR 12808. Os resíduos gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos e os resíduos sólidos domiciliares, excetuando-se os originados na assistência à saúde da pessoa ou animal, não serão classificados segundo os critérios de patogenicidade.

#### 4.2.2 Resíduos classe II - Não perigosos

Os códigos para alguns resíduos desta classe encontram-se no anexo H.

##### 4.2.2.1 Resíduos classe II A - Não inertes

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A - Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

##### 4.2.2.2 Resíduos classe II B - Inertes

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

## 5 Métodos de ensaio

Para análises químicas deverão ser usados os métodos USEPA - SW 846, última edição e, quando disponíveis, os métodos nacionais equivalentes elaborados pela ABNT.

**RESOLUÇÃO CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005**  
**Publicada no DOU nº 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-65**

**Correlações:**

- Revoga as disposições da Resolução nº 5/93, que tratam dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde, para os serviços abrangidos no art. 1ª desta Resolução.
- Revoga a Resolução nº 283/01

*Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 499, de 18 de dezembro de 2002<sup>152</sup>, e o que consta do Processo nº 02000.001672/2000-76, volumes I e II, resolve:

Considerando os princípios da prevenção, da precaução, do poluidor pagador, da correção na fonte e de integração entre os vários órgãos envolvidos para fins do licenciamento e da fiscalização;

Considerando a necessidade de aprimoramento, atualização e complementação dos procedimentos contidos na Resolução CONAMA nº 283<sup>153</sup>, de 12 de julho de 2001, relativos ao tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente;

Considerando a necessidade de minimizar riscos ocupacionais nos ambientes de trabalho e proteger a saúde do trabalhador e da população em geral;

Considerando a necessidade de estimular a minimização da geração de resíduos, promovendo a substituição de materiais e de processos por alternativas de menor risco, a redução na fonte e a reciclagem, dentre outras alternativas;

Considerando que a segregação dos resíduos, no momento e local de sua geração, permite reduzir o volume de resíduos que necessitam de manejo diferenciado;

Considerando que soluções consorciadas, para fins de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde, são especialmente indicadas para pequenos geradores e municípios de pequeno porte;

Considerando que as ações preventivas são menos onerosas do que as ações corretivas e minimizam com mais eficácia os danos causados à saúde pública e ao meio ambiente;

Considerando a necessidade de ação integrada entre os órgãos federais, estaduais e municipais de meio ambiente, de saúde e de limpeza urbana com o objetivo de regulamentar o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, resolve:

Art. 1ª Esta Resolução aplica-se a 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, entre outros similares.

Parágrafo único. Esta Resolução não se aplica a fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

152 Portaria revogada pela Portaria MMA nº 168, de 10 de junho de 2005.

153 Resolução revogada pela Resolução nº 358/05

Art. 2ª Para os efeitos desta Resolução considera-se:

I - agente de classe de risco 4 (elevado risco individual e elevado risco para a comunidade): patógeno que representa grande ameaça para o ser humano e para os animais, representando grande risco a quem o manipula e tendo grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro, não existindo medidas preventivas e de tratamento para esses agentes;

II - estabelecimento: denominação dada a qualquer edificação destinada à realização de atividades de prevenção, produção, promoção, recuperação e pesquisa na área da saúde ou que estejam a ela relacionadas;

III - estação de transferência de resíduos de serviços de saúde: é uma unidade com instalações exclusivas, com licença ambiental expedida pelo órgão competente, para executar transferência de resíduos gerados nos serviços de saúde, garantindo as características originais de acondicionamento, sem abrir ou transferir conteúdo de uma embalagem para a outra;

IV - líquidos corpóreos: são representados pelos líquidos cefalorraquidiano, pericárdico, pleural, articular, ascítico e amniótico;

V - materiais de assistência à saúde: materiais relacionados diretamente com o processo de assistência aos pacientes;

VI - príon: estrutura protéica alterada relacionada como agente etiológico das diversas formas de encefalite espongiiforme;

VII - redução de carga microbiana: aplicação de processo que visa a inativação microbiana das cargas biológicas contidas nos resíduos;

VIII - nível III de inativação microbiana: inativação de bactérias vegetativas, fungos, vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e microbactérias com redução igual ou maior que 6Log10, e inativação de esporos do bacilo *Stearothermophilus* ou de esporos do bacilo *Subtilis* com redução igual ou maior que 4Log10;

IX - sobras de amostras: restos de sangue, fezes, urina, suor, lágrima, leite, colostro, líquido espermático, saliva, secreções nasal, vaginal ou peniana, pêlo e unha que permanecem nos tubos de coleta após a retirada do material necessário para a realização de investigação;

X - resíduos de serviços de saúde: são todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços definidos no art. 1ª desta Resolução que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final;

XI - Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde-PGRSS: documento integrante do processo de licenciamento ambiental, baseado nos princípios da não geração de resíduos e na minimização da geração de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, no âmbito dos serviços mencionados no art. 1ª desta Resolução, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final, bem como a proteção à saúde pública e ao meio ambiente;

XII - sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde: conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, podendo promover a sua descaracterização, visando a minimização do risco à saúde pública, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e a saúde do trabalhador;

XIII - disposição final de resíduos de serviços de saúde: é a prática de dispor os resíduos sólidos no solo previamente preparado para recebê-los, de acordo com critérios técnico-construtivos e operacionais adequados, em consonância com as exigências dos órgãos ambientais competentes; e

XIV - redução na fonte: atividade que reduza ou evite a geração de resíduos na origem, no processo, ou que altere propriedades que lhe atribuam riscos, incluindo modificações no processo ou equipamentos, alteração de insumos, mudança de tecnologia ou procedimento, substituição de materiais, mudanças na prática de



gerenciamento, administração interna do suprimento e aumento na eficiência dos equipamentos e dos processos.

Art. 3º Cabe aos geradores de resíduos de serviço de saúde e ao responsável legal, referidos no art. 1º desta Resolução, o gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária de todos aqueles, pessoas físicas e jurídicas que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final, nos termos da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Art. 4º Os geradores de resíduos de serviços de saúde constantes do art. 1º desta Resolução<sup>154</sup>, em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde-PGRSS, de acordo com a legislação vigente, especialmente as normas da vigilância sanitária.

§ 1º Cabe aos órgãos ambientais competentes dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, a fixação de critérios para determinar quais serviços serão objetos de licenciamento ambiental, do qual deverá constar o PGRSS.

§ 2º O órgão ambiental competente, no âmbito do licenciamento, poderá, sempre que necessário, solicitar informações adicionais ao PGRSS.

§ 3º O órgão ambiental, no âmbito do licenciamento, fixará prazos para regularização dos serviços em funcionamento, devendo ser apresentado o PGRSS devidamente implantado.

Art. 5º O PGRSS deverá ser elaborado por profissional de nível superior, habilitado pelo seu conselho de classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber.

Art. 6º Os geradores dos resíduos de serviços de saúde deverão apresentar aos órgãos competentes, até o dia 31 de março de cada ano, declaração, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva ART, relatando o cumprimento das exigências previstas nesta Resolução.

Parágrafo único. Os órgãos competentes poderão estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 7º Os resíduos de serviços de saúde devem ser acondicionados atendendo às exigências legais referentes ao meio ambiente, à saúde e à limpeza urbana, e às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou, na sua ausência, às normas e critérios internacionalmente aceitos.

Art. 8º Os veículos utilizados para coleta e transporte externo dos resíduos de serviços de saúde devem atender às exigências legais e às normas da ABNT.

Art. 9º As estações para transferência de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciadas pelo órgão ambiental competente.

Parágrafo único. As características originais de acondicionamento devem ser mantidas, não se permitindo abertura, rompimento ou transferência do conteúdo de uma embalagem para outra.

Art. 10. Os sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciados pelo órgão ambiental competente para fins de funcionamento e submetidos a monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no

<sup>154</sup> Retificado no DOU nº 117, de 21 de julho de 2005, pág. 61

licenciamento ambiental.

Parágrafo único. São permitidas soluções consorciadas para os fins previstos neste artigo.

Art. 11. Os efluentes líquidos provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, para serem lançados na rede pública de esgoto ou em corpo receptor, devem atender às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes.

Art. 12. Para os efeitos desta Resolução e em função de suas características, os resíduos de serviço de saúde são classificados de acordo com o anexo I desta Resolução.

Art. 13. Os resíduos não caracterizados no anexo I desta Resolução devem estar contemplados no PGRSS, e seu gerenciamento deve seguir as orientações específicas de acordo com a legislação vigente ou conforme a orientação do órgão ambiental competente.

Art. 14. É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente.

Art. 15. Os resíduos do Grupo A1, constantes do anexo I desta Resolução, devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de resíduos dos serviços de saúde.

Art. 16. Os resíduos do Grupo A2, constantes do anexo I desta Resolução, devem ser submetidos a processo de tratamento com redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação e devem ser encaminhados para:

I - aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de resíduos dos serviços de saúde, ou

II - sepultamento em cemitério de animais.

Parágrafo único. Deve ser observado o porte do animal para definição do processo de tratamento. Quando houver necessidade de fracionamento, este deve ser autorizado previamente pelo órgão de saúde competente.

Art. 17. Os resíduos do Grupo A3, constantes do anexo I desta Resolução, quando não houver requisição pelo paciente ou familiares e/ou não tenham mais valor científico ou legal, devem ser encaminhados para:

I - sepultamento em cemitério, desde que haja autorização do órgão competente do Município, do Estado ou do Distrito Federal; ou

II - tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim.

Parágrafo único. Na impossibilidade de atendimento dos incisos I e II, o órgão ambiental competente nos Estados, Municípios e Distrito Federal pode aprovar outros processos alternativos de destinação.

Art. 18. Os resíduos do Grupo A4, constantes do anexo I desta Resolução, podem ser encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de resíduos dos serviços de saúde.

Parágrafo único. Fica a critério dos órgãos ambientais estaduais e municipais a exigência do tratamento prévio, considerando os critérios, especificidades e condições ambientais locais.

Art. 19. Os resíduos do Grupo A5, constantes do anexo I desta Resolução, devem ser submetidos a tratamento específico orientado pela Agência Nacional de Vigilância Sani-



tária-ANVISA.

Art. 20. Os resíduos do Grupo A não podem ser reciclados, reutilizados ou reaproveitados, inclusive para alimentação animal.

Art. 21. Os resíduos pertencentes ao Grupo B, constantes do anexo I desta Resolução, com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos.

§ 1º As características dos resíduos pertencentes a este grupo são as contidas na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos-FISPQ.

§ 2º Os resíduos no estado sólido, quando não tratados, devem ser dispostos em aterro de resíduos perigosos - Classe I.

§ 3º Os resíduos no estado líquido não devem ser encaminhados para disposição final em aterros.

Art. 22. Os resíduos pertencentes ao Grupo B, constantes do anexo I desta Resolução, sem características de periculosidade, não necessitam de tratamento prévio.

§ 1º Os resíduos referidos no *caput* deste artigo, quando no estado sólido, podem ter disposição final em aterro licenciado.

§ 2º Os resíduos referidos no *caput* deste artigo, quando no estado líquido, podem ser lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto, desde que atendam respectivamente as diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes.

Art. 23. Quaisquer materiais resultantes de atividades exercidas pelos serviços referidos no art. 1º desta Resolução que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 - Licenciamento de Instalações Radiativas, e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista, são considerados rejeitos radioativos (Grupo C) e devem obedecer às exigências definidas pela CNEN.

§ 1º Os rejeitos radioativos não podem ser considerados resíduos até que seja decorrido o tempo de decaimento necessário ao atingimento do limite de eliminação.

§ 2º Os rejeitos radioativos, quando atingido o limite de eliminação, passam a ser considerados resíduos das categorias biológica, química ou de resíduo comum, devendo seguir as determinações do grupo ao qual pertencem.

Art. 24. Os resíduos pertencentes ao Grupo D, constantes do anexo I desta Resolução, quando não forem passíveis de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser encaminhados para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente.

Parágrafo único. Os resíduos do Grupo D, quando for passível de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem devem atender as normas legais de higienização e descontaminação e a Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001.

Art. 25. Os resíduos pertencentes ao Grupo E, constantes do anexo I desta Resolução, devem ter tratamento específico de acordo com a contaminação química, biológica ou radiológica.

§ 1º Os resíduos do Grupo E devem ser apresentados para coleta acondicionados em coletores estanques, rígidos e hígidos, resistentes à ruptura, à punctura, ao corte ou à escarificação.

§ 2º Os resíduos a que se refere o *caput* deste artigo, com contaminação radiológica, devem seguir as orientações contidas no art. 23, desta Resolução.

§ 3º Os resíduos que contenham medicamentos citostáticos ou antineoplásicos, devem ser tratados conforme o art. 21, desta Resolução.

§ 4º Os resíduos com contaminação biológica devem ser tratados conforme os arts. 15 e 18 desta Resolução.

Art. 26. Aos órgãos ambientais competentes, integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA, incumbe a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização, bem como a imposição das penalidades administrativas previstas na legislação pertinente.

Art. 27. Para os municípios ou associações de municípios com população urbana até 30.000 habitantes, conforme dados do último censo disponível do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, e que não disponham de aterro sanitário licenciado, admite-se de forma excepcional e tecnicamente motivada, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, com cronograma definido das etapas de implantação e com prazo máximo de três anos, a disposição final em solo obedecendo aos critérios mínimos estabelecidos no anexo II, desta Resolução, com a devida aprovação do órgão ambiental competente.

Art. 28. Os geradores dos resíduos dos serviços de saúde e os órgãos municipais de limpeza urbana poderão, a critério do órgão ambiental competente, receber prazo de até dois anos, contados a partir da vigência desta Resolução, para se adequarem às exigências nela prevista.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente, entre outros documentos, o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto nesta Resolução.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até um ano, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

Art. 29. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores às penalidades e sanções previstas na legislação pertinente, em especial na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no seu Decreto regulamentador.

Art. 30. As exigências e deveres previstos nesta resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 31. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 32. Revogam-se a Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001, e as disposições da Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993, que tratam dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde, para os serviços abrangidos no art. 1º desta Resolução.

MARINA SILVA - Presidente do Conselho

#### ANEXO I

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

a) A1

1. culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;

2. resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne

epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;

3. bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;

4. sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

b) A2

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

c) A3

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

d) A4

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

2. filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;

3. sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microorganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons;

4. resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;

5. recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;

6. peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica;

7. carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações; e 8. bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

e) A5

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

**II - GRUPO B:** Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

a) produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossuppressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;

b) resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;

c) efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);

d) efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas; e

e) demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR-10.004 da

ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

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

a) enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.

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

a) papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venoclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1;

b) sobras de alimentos e do preparo de alimentos;

c) resto alimentar de refeitório;

d) resíduos provenientes das áreas administrativas;

e) resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e

f) resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

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

## ANEXO II CRITÉRIOS MÍNIMOS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EXCLUSIVAMENTE

I) Quanto à seleção de área:

a) não possuir restrições quanto ao zoneamento ambiental (afastamento de Unidades de Conservação ou áreas correlatas);

b) respeitar as distâncias mínimas estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes de ecossistemas frágeis, recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

II) Quanto à segurança e sinalização:

a) sistema de controle de acesso de veículos, pessoas não autorizadas e animais, sob vigilância contínua; e

b) sinalização de advertência com informes educativos quanto aos perigos envolvidos.

III) Quanto aos aspectos técnicos

a) sistemas de drenagem de águas pluviais;

b) coleta e disposição adequada dos percolados;

c) coleta de gases;

d) impermeabilização da base e taludes; e

e) monitoramento ambiental.

IV) Quanto ao processo de disposição final de resíduos de serviços de saúde:

a) disposição dos resíduos diretamente sobre o fundo do local;

b) acomodação dos resíduos sem compactação direta;

c) cobertura diária com solo, admitindo-se disposição em camadas;

d) cobertura final; e

e) plano de encerramento.

*Este texto não substitui o publicado no DOU, de 4 de maio de 2005.*