

Organização Pan-Americana da Saúde
Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente
Divisão de Saúde e Ambiente

GUIA PARA O MANEJO INTERNO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE



**Organização Pan-Americana da Saúde
Organização Mundial da Saúde**

Programa de Saúde Ambiental

Organização Pan-Americana da Saúde
Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde
Representação no Brasil
Brasília
1997

Título original: *Guía para el manejo de residuos sólidos en centros de atención de salud*. 2. ed. 1996

As denominações empregadas na presente publicação e a forma como são apresentados os dados nela contidos não implicam, por parte da Organização Pan-Americana da Saúde, juízo algum sobre a condição jurídica de qualquer país, território, cidade ou zona citada, sobre suas autoridades, nem sobre a delimitação de suas fronteiras.

As opiniões emitidas na presente publicação são de exclusiva responsabilidade dos autores. O material contido nesta publicação pode ser citado ou reproduzido sem restrições, sempre que se indique a fonte e se faça referência ao número do documento. Deverá remeter-se à Representação da Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde no Brasil um exemplar da publicação em que apareça o material citado ou reproduzido.

Tradução de Carol Castillo Argüello

Dados de catalogação na publicação

Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente.
Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde / Tradução de Carol Castillo Argüello. -
Brasília, DF : Organização Pan-Americana da Saúde, 1997.

60p.

Título original: *Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud*.

1. Resíduos sólidos. 2. Resíduos sólidos hospitalares.

Organização Pan-Americana da Saúde
Representação no Brasil
Setor de Embaixadas Norte - Lote 19
Brasília, DF 70800-400
Telefone (061) 312 65 65
Fax (061) 321 19 22

RESUMO

As atividades cotidianas dos diversos serviços que se prestam em um estabelecimento de saúde produzem uma apreciável quantidade de resíduos, alguns com características que podem representar riscos à saúde da comunidade hospitalar e a população em geral.

O objetivo principal deste documento é oferecer de maneira sistemática e em linguagem simples os procedimentos básicos para um eficiente manejo intra-hospitalar dos resíduos sólidos, notadamente os considerados perigosos. Está fundamentalmente dirigido aos responsáveis pela gerência dos estabelecimentos de saúde em seus diferentes níveis.

Este guia consta de três capítulos principais, dedicados aos aspectos organizacionais, técnico-operacionais e de recursos humanos. Dois anexos, que explicam detalhadamente a classificação e caracterização dos resíduos hospitalares, além de referências bibliográficas, completam o documento.

ABSTRACT

Daily activities developed in the different health institutional services give way to a considerable quantity of waste. Some of these waste may pose important health risks, not only to the institutions, but also to the general public.

The principal aim of this guide is to offer a systematic view in a simple way of the several procedures needed to carry on an efficient handling of the intra-hospital solid waste, with special emphasis in those considered dangerous ones. The document is intended for those health agents who hold the managerial responsibilities in health institutions.

The guide presents three main chapters: organizational issues, technical and operative issues and human resources. Two annexes, dealing with classification and characterization of hospital wastes plus a section with bibliographic references are also part of the document.

RESUMEN

Las actividades cotidianas desarrolladas en los distintos servicios de los establecimientos de salud producen una apreciable cantidad de residuos; algunos de ellos con características tales que pueden representar riesgos a la salud, tanto de la comunidad hospitalar como del público en general.

El objetivo principal de esta guía es ofrecer, de manera sistemática y en lenguaje simple, los procedimientos básicos para un eficiente manejo intrahospitalar de los residuos sólidos, con especial énfasis en aquellos considerados peligrosos. Está fundamentalmente dirigida a los responsables del gerenciamiento de los establecimientos de salud en sus diferentes niveles.

Esta guía consta de tres capítulos principales, dedicados a los aspectos organizativos, a los aspectos técnico-operacionales y a los de recursos humanos. Dos anexos, que explican detalladamente la clasificación y la caracterización de los residuos hospitalares, junto con las referencias bibliográficas, completan el documento.

SUMÁRIO

Página

Nota de esclarecimento	7
Prefácio	7
1. Introdução	9
2. Aspectos organizacionais	9
2.1 Subdivisão do estabelecimento de saúde de acordo com os serviços	10
2.2 Definições	10
2.3 Classificação dos resíduos sólidos gerados em um estabelecimento de saúde ..	11
2.4 Determinação de responsabilidades	12
2.5 Estudo inicial de caracterização dos resíduos gerados	14
3. Aspectos técnico-operacionais	15
3.1 Geração, segregação, tratamento e acondicionamento no local de origem	15
3.2 Coleta e armazenamento interno	21
3.3 Reciclagem	22
3.4 Transporte, tratamento e disposição final	23
3.5 Plano de contingência	24
4. Aspectos de recursos humanos	25
4.1 Seleção de pessoal	25
4.2 Capacitação	26
4.3 Segurança e higiene ocupacional	27
5. Bibliografia	28

ANEXO I

	Página
I. Classificação dos resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde	31
1. Classificação proposta neste guia	31
1.1 Resíduos infecciosos	31
1.2 Resíduos especiais	32
1.3 Resíduos comuns	33
2. Classificação Alemã	33
2.1 Dejetos comuns (Tipo A)	33
2.2 Dejetos potencialmente infecciosos (Tipo B)	33
2.3 Dejetos infecto-contagiosos (Tipo C)	33
2.4 Dejetos orgânicos humanos (Tipo D)	33
2.5 Dejetos perigosos (Tipo E)	33
3. Classificação da Organização Mundial da Saúde	34
3.1 Resíduos gerais	34
3.2 Resíduos patológicos	34
3.3 Resíduos radioativos	34
3.4 Resíduos químicos	34
3.5 Resíduos infecciosos	34
3.6 Objetos perfurocortantes	34
3.7 Resíduos farmacêuticos	34
4. Classificação da Environmental Protection Agency dos Estados Unidos da América	35
4.1 Culturas e amostras armazenadas	35
4.2 Resíduos patológicos	35
4.3 Resíduos de sangue humano e hemoderivados	35
4.4 Resíduos perfurocortantes	35
4.5 Resíduos de animais	35
4.6 Resíduos de isolamento	35
4.7 Resíduos perfurocortantes não usados	35
5. Referências bibliográficas	36

ANEXO II

Página

II. Caracterização dos resíduos sólidos nos estabelecimentos de saúde	37
1. Procedimento para a coleta da amostra	40
2. Modelo e código de identificação das amostras	41
2.1 Modelo de identificação da amostra	41
2.2 Código de identificação da amostra	43
3. Procedimentos e formulários para a coleta de dados	43
3.1 Formulário para a coleta de dados em análise para determinar a quantidade de resíduos sólidos (F-1)	43
3.2 Formulário para a coleta de dados em análises para determinar a densidade dos resíduos sólidos (F-2)	44
3.3 Formulário para determinar a composição física dos resíduos (F-3)	44
4. Método de análise para determinar a quantidade de resíduos	48
5. Método de análise para determinar a densidade	48
6. Método de análise para determinar a composição física	49
7. Preparação da amostra para as análises físico-químicas	50
8. Método de análise para determinar a umidade	51
8.1 Método 1 (referência 1)	51
8.2 Método 2 (referência 2)	52
9. Método para determinar o poder calórico	54
9.1 Método 1 (Método analítico; referência 2)	54
9.2 Método 2 (Método teórico para calcular o poder calórico do lixo)	56
10. Método para determinar sólidos voláteis e cinzas (referência 2)	58
11. Método de análise para determinar o enxofre (referência 1)	58
12. Medidas de segurança no trabalho de análise de amostras	60
13. Referências bibliográficas	60

NOTA DE ESCLARECIMENTO

A primeira edição do presente documento, intitulada *Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios*, publicada em 1994, e patrocinada pelo Escritório de Representação da OPAS/OMS no Peru, foi preparada por Jorge Villena Chávez, consultor contratado pela OPAS, com a colaboração dos seguintes profissionais do Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (CEPIS):

Alvaro Cantanhede, Assessor em Resíduos Sólidos
Gladys Monge, Residente
Pilar Tello, Residente
Gina Wharwood, Residente

Esta publicação é uma edição revista do documento anterior e apresenta-se com o título *Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde*. O guia, na versão original em espanhol, foi publicado com o patrocínio da GTZ, agência de cooperação técnica da República da Alemanha. As seguintes pessoas contribuíram para a revisão:

Participantes do Seminário-Workshop de Minimização de Resíduos;
Grupo de Resíduos Hospitalares, Colômbia, agosto 1995;
Juan Carlos Burgos, Ministerio de Salud, Argentina;
Wanda Maria de Riso, Ministério da Saúde, Brasil;
Martín Chinchilla, Ministerio de Salud, Costa Rica;
Consuelo Meneses, Ministerio de Salud, Equador;

A recente publicação deste guia, assim como sua distribuição nos países de língua espanhola, resultou num sucesso importante, num campo onde não existe uma variedade de documentos relacionados ao tema.

Portanto, a Representação da OPAS/OMS no Brasil, decidiu traduzi-lo e publicá-lo em sua série Brasil, Saúde e Ambiente, como uma forma de oferecer apoio aos profissionais e funcionários brasileiros que trabalham no campo dos resíduos hospitalares.

PREFÁCIO

Os resíduos perigosos gerados nos estabelecimentos de saúde representam um grave problema que incide na alta taxa de doenças infecciosas que registram os países da América Latina. Seu potencial patogênico e a ineficiência de seu manejo, aí incluídos a geração, o manejo, a segregação inadequada e a falta de tecnologia para seu tratamento e disposição final, constituem um risco para a saúde da comunidade hospitalar e da população em geral.

Em 1994, a necessidade de se encontrar uma tecnologia apropriada para o manejo interno dos resíduos hospitalares motivou a elaboração do *Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios* pelo Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (CEPIS) e o ministério da Saúde do Peru (MINSA). A preparação do guia ficou a cargo do profissional peruano Eng. Jorge Villena Chávez e contou com o patrocínio do Escritório da Representação da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) no Peru.

No seminário-*workshop* sobre minimização de resíduos organizado pela Rede Pan-Americana de Manejo de Resíduos (REPAMAR), em Santafé de Bogotá, em agosto de 1995, um grupo de trabalho composto por profissionais de diversos países da região analisou o guia original publicado em 1994. O grupo de trabalho enriqueceu o documento com diferentes modificações e contribuições, que foram incorporadas à presente versão pelo Eng. Jorge Villena, representante do Peru no evento.

O seminário-*workshop* foi patrocinado pela GTZ, agência de cooperação técnica da República da Alemanha, que também financia a segunda etapa do projeto Fortalecimento Técnico do CEPIS, cujo principal componente é a REPAMAR.

O guia, denominado agora *Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde*, está dirigido aos responsáveis pela gestão dos estabelecimentos de saúde em seus diferentes níveis. O texto está dividido em três áreas: aspectos organizacionais; aspectos técnico-operativos; e aspectos de recursos humanos. O conteúdo do documento se adapta a diferentes tipos de estabelecimentos de saúde e seus dois anexos explicam em detalhes a classificação e a caracterização dos resíduos hospitalares.

1. Introdução

O presente guia tem como objetivo fundamental orientar a implementação de um sistema organizado de manejo de resíduos sólidos nos estabelecimentos de saúde, com a finalidade de controlar e reduzir os riscos para a saúde devidos à exposição aos resíduos perigosos que são gerados por esses estabelecimentos. Este guia não detalha as operações de transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, já que eles geralmente ocorrem fora do estabelecimento de saúde.

Consideraram-se três aspectos fundamentais: a organização do sistema de manuseio dos resíduos sólidos, os aspectos técnico-operacionais relacionados aos resíduos sólidos e os recursos humanos necessários para o funcionamento do sistema.

Para o desenvolvimento de tais aspectos, considerou-se o hospital ou qualquer outro estabelecimento de saúde como um todo, subdividido em serviços especializados que executam processos diferentes e geram resíduos sólidos também diferentes. Deve-se entender que todos os membros da comunidade dos estabelecimentos de saúde, inclusive os pacientes, os visitantes e o público em geral, têm relação direta com a geração de resíduos sólidos e estão igualmente expostos aos riscos que tais resíduos possam acarretar. Assim, todos devem participar do estabelecimento das medidas de controle e tomar parte da solução.

O gerenciamento correto dos resíduos sólidos significa não só controlar e diminuir os riscos, mas também alcançar a minimização dos resíduos desde o ponto de origem, que elevaria também a qualidade e a eficiência dos serviços que proporciona o estabelecimento de saúde.

Um sistema adequado de manejo dos resíduos sólidos em um estabelecimento de saúde permitirá controlar e reduzir com segurança e economia os riscos para a saúde associados aos resíduos sólidos.

2. Aspectos organizacionais

Por meio das seguintes ações:

1. Subdividir o estabelecimento de saúde de acordo com os serviços especializados.
2. Estabelecer uma classificação dos resíduos sólidos gerados.
3. Determinar responsabilidades bem-definidas.
4. Caracterizar, por meio de um estudo, os resíduos sólidos gerados.

2.1 Subdivisão do estabelecimento de saúde de acordo com os serviços

Um estabelecimento de saúde geralmente está subdividido em unidades que prestam serviços especializados. Os serviços, por razões de risco sanitário, devem estar delimitados fisicamente no interior dos estabelecimentos de saúde. Essa delimitação física determinará, também, os pontos de geração de resíduos.

Quais são os serviços especializados de um hospital?
--

Um hospital, para cumprir com suas funções e alcançar seus objetivos, deve contar com os seguintes serviços especializados:

a. Serviços de internação hospitalar

Salas de internação, de cirurgia, de partos; central de equipamentos; admissão; serviços de emergência; outros.

b. Serviços auxiliares de diagnóstico e tratamento

Anatomia patológica; laboratório; radiodiagnóstico; gabinetes, audiometria; isótopos radioativos; endoscopia; cistoscopia; radioterapia; banco de sangue; medicina física; outros.

c. Serviços de consulta externa e similares;

d. Serviços diretos complementares

Enfermagem; relações públicas e serviço social; arquivo médico; nutrição; farmácia; outros.

e. Serviços gerais

Serviços indiretos; alimentação; lavanderia; almoxarifado; engenharia e manutenção; programa docente; programa de pesquisa; outros.

A complexidade do estabelecimento (posto médico, centro médico, hospital regional, etc.) determina a qualidade (características) dos resíduos sólidos gerados. Por outro lado, a quantidade depende de vários fatores, como tipo e número de atendimentos, número de pessoal e porcentagem de leitos ocupados, entre outros.

2.2 Definições

Resíduos hospitalares.

No presente guia, definem-se resíduos hospitalares como os detritos gerados nos estabelecimentos de saúde durante a prestação de serviços assistenciais, inclusive os gerados pelos laboratórios.

Estabelecimentos de saúde.

Hospital, sanatório, clínica, centro clínico, centro médico, maternidade, sala de primeiros socorros e todo estabelecimento onde se pratica atendimento humano ou animal, em qualquer nível, com fins de prevenção, diagnóstico, tratamento e reabilitação. Também se consideram estabelecimentos de saúde os estabelecimentos onde são realizadas pesquisas.

2.3 Classificação dos resíduos sólidos gerados em um estabelecimento de saúde

Uma classificação adequada dos resíduos gerados em um estabelecimento de saúde permite que seu manuseio seja eficiente, econômico e seguro. A classificação facilita uma segregação apropriada dos resíduos, reduzindo riscos sanitários e gastos no seu manuseio, já que os sistemas mais seguros e dispendiosos destinam-se apenas à fração de resíduos que os requeiram e não para todos.

Com o objetivo de facilitar a coleta de resíduos classificados nas fontes de geração e considerando a diversidade dos estabelecimentos de saúde nos países da região da América Latina e Caribe, neste guia apresenta-se uma forma simples e prática de classificar os resíduos sólidos conforme sua periculosidade.

Tomando como critério o risco para a saúde e considerando os pontos de geração e os tipos de tratamento ou disposição final que se deve dar aos resíduos, pode-se classificá-los em perigosos e não perigosos (anexo I):

a. *Infeciosos*

São os resíduos perigosos gerados durante as diferentes etapas de atendimento de saúde (diagnóstico, tratamento, imunizações, pesquisas, etc.) que contêm agentes patogênicos. Esses resíduos representam diferentes níveis de perigo potencial conforme o grau de exposição aos agentes infecciosos que provocam as doenças.

Esses
são

b. *Especiais*

São os resíduos perigosos gerados durante as atividades auxiliares dos estabelecimentos de saúde. Esses resíduos constituem um perigo para a saúde por suas características agressivas como corrosividade, reatividade, inflamabilidade, toxicidade, explosividade e radioatividade.

Esses

c. *Comuns*

São os resíduos gerados pelas atividades administrativas, auxiliares e gerais que não correspondem a nenhuma das categorias anteriores. Não representam perigo para a saúde e características são similares às dos resíduos domésticos comuns.

Esses

No quadro 1, mostram-se os diferentes tipos de serviços prestados em um hospital e o tipo de resíduo que geram. No anexo I, apresenta-se de forma detalhada o sistema de classificação dos resíduos sólidos gerados em um estabelecimento de saúde.

No anexo I incluem-se, ainda, a classificação alemã e as sugeridas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América (Environmental

Protection Agency (EPA)), que apresentam maior detalhamento e complexidade, e que poderiam ser adotadas por grandes estabelecimentos de saúde.

2.4 Determinação de responsabilidades

São numerosos os fatores que intervêm no manuseio dos resíduos sólidos em cada estabelecimento de saúde. Por isso, as responsabilidades devem ser determinadas de forma clara para que o manuseio seja seguro e não coloque em risco a comunidade intra e extra-hospitalar. Os médicos, paramédicos, pessoal auxiliar e administrativo, pacientes, visitantes e o público em geral contribuem direta ou indiretamente para a geração de resíduos. A organização das atividades, a tecnologia utilizada e a capacitação do pessoal, determinam também a quantidade e a qualidade dos resíduos que o estabelecimento de saúde irá gerar.

O diretor do estabelecimento de saúde é quem tem a máxima responsabilidade pelo manuseio interno dos resíduos sólidos gerados no seu estabelecimento. Existem, ainda, diferentes níveis de responsabilidade que recaem sobre pessoas distintas. Assim, temos:

- a. O comitê de higiene e segurança do hospital**, presidido pelo diretor do estabelecimento e formado pelos chefes dos serviços especializados. É a máxima instância, que aprova as atividades que formarão o plano anual de higiene e segurança, e é também o principal responsável pelo manuseio interno dos resíduos sólidos hospitalares.
- b. Os chefes dos serviços especializados**, que conduzem o bom desempenho de seus respectivos serviços. São responsáveis pela geração, segregação ou separação, acondicionamento ou tratamento e armazenamento dos resíduos sólidos enquanto permaneçam nas instalações onde são prestados os serviços.
- c. O chefe do serviço da limpeza**, responsável pela coleta dos resíduos sólidos e sua transferência ao ponto de armazenamento externo, tratamento ou estação de reciclagem, conforme seja o caso.
- d. O chefe de engenharia e manutenção**, responsável por armazenar os resíduos no exterior do estabelecimento para proceder a seu tratamento, comercialização e entrega ao serviço de coleta externa municipal ou particular, conforme seja o caso.

O que foi mencionado pode ser adaptado segundo o tamanho, as características e a complexidade do estabelecimento de saúde. O importante é que o estabelecimento conte com uma unidade responsável que assuma a organização e a execução do manuseio interno dos resíduos em coordenação com outros comitês.

2.5 Estudo inicial de caracterização dos resíduos gerados

Para planejar um sistema de manuseio de resíduos sólidos em um estabelecimento de saúde é necessário caracterizar apropriadamente os resíduos que nele se geram e a porcentagem de resíduos infecciosos, especiais e comuns, sua quantidade atual e estimada, assim como a composição de cada um deles.

Os passos a seguir são:

1. Identificação das fontes principais de geração de resíduos (infecciosos, especiais e comuns) e seleção das zonas de amostragem. As zonas de amostragem dependerão das características do estabelecimento quanto ao tamanho, quantidade, qualidade e complexidade de seus serviços. As zonas de amostragem em um hospital podem ser:

Zona 1: Serviço de internação hospitalar (de isolamento), resíduos infecciosos;

Zona 2: Serviço de internação hospitalar (outros), resíduos infecciosos;

Zona 3: Serviços auxiliares (laboratórios), resíduos infecciosos e especiais;

Zona 4: Serviços gerais (almoxarifado), resíduos especiais e comuns.

2. Segregação, coleta e armazenamento dos resíduos na fonte de geração, conforme a classificação estabelecida. Geralmente, a especialidade dos serviços determina a maior probabilidade de encontrar apenas um tipo de resíduo em cada serviço.

3. Determinação do tamanho da amostra e sua representatividade. Pode-se considerar como um todo cada um dos serviços em que está dividido o estabelecimento de saúde. O tamanho da amostra deverá ser compatível e representativo do universo escolhido. Tal divisão permite obter características fundamentais da amostra, visando a alcançar a representatividade desse universo.

4. Coleta da amostra e desenvolvimento de análises físicas, químicas e biológicas. Consiste na coleta das amostras pelo menos durante oito dias para determinar a geração e as características dos resíduos. As análises que se desenvolvem são: peso volumétrico (solto ou compacto), umidade, composição, poder calorífico, sólidos voláteis, cinzas, conteúdo de enxofre, nitrogênio, fósforo, microorganismos patogênicos e outros.

No anexo II desenvolve-se com detalhe o processo de caracterização.

3. Aspectos técnico-operacionais

O sistema de manuseio interno de resíduos sólidos deve colocar em funcionamento uma série de operações utilizando a tecnologia apropriada para satisfazer dois objetivos fundamentais, que são:

- Controlar os riscos para a saúde que a exposição a resíduos sólidos hospitalares do tipo infeccioso ou especiais poderia ocasionar.
- Facilitar a reciclagem, o tratamento, o armazenamento, o transporte e a disposição final dos resíduos sólidos hospitalares, de forma eficiente, econômica e ambientalmente segura.

Os aspectos técnico-operacionais, são definidos de acordo com um estudo prévio dos resíduos sólidos gerados. O dimensionamento do sistema, os procedimentos e a tecnologia a utilizar são estabelecidos uma vez que se conheça a frequência de geração, o tipo de resíduos que gera cada serviço e suas características, tais como umidade, densidade, etc.

O manuseio apropriado dos resíduos hospitalares segue um fluxo de operações que começa com a segregação. Essa é a primeira e mais importante operação, pois requer a participação ativa e consciente de toda a comunidade hospitalar.

A coleta, o armazenamento e o transporte interno são operações rotineiras que geralmente estão a cargo do setor de limpeza e requerem tanto uma logística apropriada quanto um pessoal especializado, aspectos que frequentemente são deficientes e pouco atendidos.

3.1 Geração, segregação, tratamento e acondicionamento no local de origem

O pessoal técnico responsável por proporcionar os serviços de saúde deve encarregar-se, também, da classificação e separação dos resíduos no local de origem.

A **geração** de resíduos sólidos de um estabelecimento de saúde é determinada pela complexidade e pela frequência dos serviços que proporciona e pela eficiência que alcançam os responsáveis pelos serviços no desenvolvimento de suas tarefas, assim como pela tecnologia utilizada. Portanto, não é fácil fazer generalizações quanto aos indicadores de geração de resíduos.

Quadro 1

Serviços de um estabelecimento de saúde e tipos de resíduos que podem gerar



Serviços de um hospital	Tipo de resíduos
Serviços de internação hospitalar: 1. Salas de internação 2. Salas de cirurgia 3. Salas de partos 4. Central de equipamentos 5. Admissão 6. Serviços de emergência 7. Outros	Resíduos infecciosos
Serviços auxiliares de diagnóstico e tratamento: 8. Anatomia patológica 9. Laboratório 10. Radiodiagnóstico 11. Gabinetes 12. Audiometria 13. Isótopos radioativos 14. Endoscopia 15. Cistoscopia 16. Radioterapia 17. Banco de sangue 18. Medicina física 19. Outros	Resíduos infecciosos e especiais
Serviços de consulta externa: 20. Consulta externa 21. Outros	Resíduos comuns
Serviços diretos complementares: 22. Enfermaria 23. Relações públicas e serviço social 24. Arquivo clínico 25. Nutrição 26. Farmácia 27. Outros	Resíduos especiais e comuns
Serviços gerais 28. Serviços indiretos 29. Cozinha 30. Lavanderia 31. Almoxarifado 32. Engenharia e manutenção 33. Programa docente 34. Programa de pesquisa 35. Outros	Resíduos comuns e especiais

Podem ser reciclados apenas os resíduos especiais e comuns dos serviços diretos complementares e gerais.

No entanto, ao avaliar centros similares pode-se estabelecer indicadores, como, por exemplo, *quilogramas de resíduos sólidos por leito de internação e por dia*, ou *quilogramas de resíduos sólidos por consulta e por dia*. Estes indicadores obtidos por meio de amostragem são úteis, pois

permitem avaliar a magnitude da geração de resíduos nos diferentes estabelecimentos de saúde e, além disso, são o ponto de partida para o dimensionamento do sistema de manuseio.

A quantidade de resíduos, como já foi dito, depende da complexidade e da frequência dos serviços, da tecnologia usada e da eficiência dos responsáveis por esses serviços.

Na América Latina, a média de geração de resíduos varia entre 1,0 e 4,5 kg/leito/dia. Desses resíduos, 10 a 40% são considerados perigosos.

A **segregação** é uma das operações fundamentais para permitir o cumprimento dos objetivos de um sistema eficiente de manuseio de resíduos e consiste em separar ou selecionar apropriadamente os resíduos segundo a classificação adotada. Essa operação deve ser realizada na fonte de geração, condicionada à prévia capacitação do pessoal de serviço.

Em cada um dos serviços especializados, os responsáveis por sua prestação (médicos, enfermeiros, técnicos de laboratório, auxiliares, etc.) geram dejetos (algodões, seringas usadas, papéis, amostras de sangue, etc.). Tais materiais devem ser classificados e separados (ver anexo I) em recipientes para cada tipo de resíduo.

No entanto, por razões de segurança, recomenda-se realizar uma avaliação inicial dos serviços. Caso a porcentagem maior de resíduos seja infecciosa, é preferível contar com apenas um recipiente e tratar todos os resíduos como se fossem infecciosos. Caso contrário, se os resíduos gerados pelo serviço são especiais e comuns, é recomendável contar com dois recipientes com a finalidade de separar tais resíduos.

Uma vez que o pessoal adquira habilidade e segurança no manuseio dos resíduos, prestando de forma simultânea o serviço especializado, é possível pensar em uma segregação eficiente e contar com três recipientes, um para cada tipo de resíduo gerado, salvo nos casos especiais (salas de isolamento, por exemplo), quando todos os resíduos são considerados infecciosos.

Quais são as vantagens da segregação ou separação dos resíduos na origem?

As vantagens de praticar a segregação na origem são:

1. Reduzir os riscos para a saúde e o ambiente, impedindo que os resíduos infecciosos ou especiais, que geralmente são frações pequenas, contaminem os outros resíduos gerados no hospital;
2. Diminuir gastos, já que apenas terá tratamento especial uma fração e não todos;
3. Reciclar diretamente alguns resíduos que não requerem tratamento nem acondicionamento prévios.

O tratamento na origem é possível em alguns serviços especializados que contam com unidades ou técnicas de tratamento.

Geralmente, o tratamento de resíduos deve ser aplicado na origem para converter resíduos infecciosos em comuns ou, em alguns casos, para converter resíduos especiais em comuns. Dessa maneira, a quantidade final de resíduos perigosos reduz e diminui o risco para a saúde e para o ambiente, os gastos de transporte, tratamento e disposição final.

É comum o tratamento de resíduos perigosos na origem?

Não. No entanto, essa prática pode se generalizar caso os estabelecimentos de saúde adquiram a tecnologia necessária para tratar resíduos infecciosos ou especiais.

Nos laboratórios, a esterilização de amostras infecciosas já analisadas constitui um exemplo de tratamento de resíduos na origem.

O acondicionamento dos resíduos na origem consiste em controlar os riscos para a saúde e facilitar as operações de coleta, armazenamento externo e transporte, sem prejudicar o desenvolvimento normal das atividades do estabelecimento.

Deve-se contar com recipientes apropriados para cada tipo de resíduo. O tamanho, o peso, a cor, a forma e o material devem garantir uma apropriada identificação, facilitar as operações de transporte e limpeza, ser herméticos para evitar exposições desnecessárias e estar integrados às condições físicas e arquitetônicas do local. Esses recipientes são complementados com o uso de sacos plásticos para efetuar uma embalagem apropriada dos resíduos.

Com relação aos resíduos especiais, quando se trata de substâncias perigosas (corrosivas, reativas, tóxicas, explosivas, inflamáveis e radioativas), devem ser seguidas as recomendações específicas que se encontram nas etiquetas de cada produto para acondicioná-los e descartá-los. Um

exemplo disso são os resíduos radioativos, que devem ser acondicionados em containers de cimento armado, de forma que se cumpram as normas específicas em vigor para esse tipo de resíduos em cada país.

As principais recomendações que se devem implementar e cumprir são as seguintes:

Uso de recipientes: Os recipientes para o armazenamento temporária em cada um dos serviços especializados de um estabelecimento de saúde devem cumprir especificações técnicas, tais como hermetismo, resistência a elementos perfurocortantes, estabilidade, forma adequada, facilidade de lavagem, peso leve e facilidade de transporte, entre outros. Os materiais mais apropriados são os de aço inoxidável, polietileno de alta densidade e fibra de vidro, além de outros materiais rígidos.

Uso de sacos: Deve-se generalizar o uso de sacos para o manuseio de resíduos hospitalares. Eles devem ter, entre outras, as seguintes características:

- Espessura e tamanho apropriados, de acordo com a composição e o peso do resíduo.
- Resistência, para facilitar a coleta e o transporte sem riscos.
- Material apropriado, podem ser de polipropileno de alta densidade (para submeter o resíduo a esterilização em autoclave) ou simplesmente de polietileno. Devem ser opacos para impedir a visibilidade do conteúdo.
- Impermeabilidade, visando a impedir a introdução ou eliminação de líquidos dos resíduos.

Em muitos países, as normas especificam o emprego de provas padronizadas para avaliar a qualidade dos sacos em termos de resistência, espessura, impermeabilidade, entre outros, para os diferentes tipos de resíduos.

Uso de outras embalagens: Os resíduos perfurocortantes requerem uma embalagem rígida. Geralmente se utilizam recipientes e frascos de tamanho pequeno e materiais de plástico, papelão ou metal. Para os resíduos especiais, a embalagem depende das características físico-químicas e da periculosidade. Essas embalagens devem reunir características de impermeabilidade, hermetismo, inviolabilidade, entre outros, com a finalidade de dificultar ao máximo sua abertura e o manuseio de seu conteúdo.

Uso de cores, símbolos e sinalização: Os recipientes, os sacos e os locais onde são colocados devem ter um código de cores e indicações visíveis sobre o tipo de resíduo e o risco que representam segundo as normas de cada país (por exemplo, vermelho para os perigosos, preto ou branco para os comuns e verde ou amarelo para os especiais). Alguns símbolos de periculosidade, como o do risco biológico ou da radioatividade são universais.

3.2 Coleta e armazenamento interno

A coleta consiste em transferir os resíduos em forma segura e rápida das fontes de geração até o local destinado para seu armazenamento temporário.

Que recomendações técnicas devem ser observadas para a coleta dos resíduos sólidos gerados em um estabelecimento de saúde?

As principais recomendações que se devem implementar e cumprir são as seguintes:

- Devem-se utilizar carros de tração manual com amortecedores e pneus de borracha.
- O carro deve ser projetado de tal forma que assegure hermetismo, impermeabilidade, facilidade de limpeza, drenagem e estabilidade, visando a evitar acidentes por derramamento dos resíduos, acidentes ou danos à população hospitalar. Os carros devem ter, de preferência, portas laterais e estar devidamente identificados com símbolos de segurança.
- Devem-se estabelecer turnos, horários e a frequência de coleta para evitar que
- Deve-se sinalizar de forma apropriada o itinerário da coleta e utilizar o que for riscos de contaminação.
- Deve-se evitar o emprego de ductos internos, pois eles podem contribuir para
- É preferível diferenciar a coleta, isto é, executá-la com itinerários e horários diferentes segundo o tipo de resíduo.
- Os resíduos especiais e alguns recicláveis, devem ser coletados de forma separada segundo as características do resíduo.
- Os carros para a coleta interna devem ser lavados e desinfetados no final de cada operação. Além disso, devem ter manutenção preventiva.

O armazenamento interno consiste em selecionar um ambiente apropriado onde será centralizado o acúmulo de resíduos que deverão ser transportados ao local de tratamento, reciclagem ou disposição final. Alguns estabelecimentos de saúde, devido à magnitude dos seus serviços, contam com pequenos centros de coleta distribuídos estrategicamente por andares ou unidades de serviço

Que características técnicas deve reunir o ambiente de armazenamento de resíduos sólidos hospitalares?

Deve apresentar as seguintes características:

Acessibilidade: O ambiente deve estar localizado e construído de forma que permita um acesso rápido, fácil e seguro aos carros da coleta interna. Deve contar com itinerários sinalizados e espaço adequado para a mobilização dos carros durante as operações;

Exclusividade: O ambiente designado deve ser utilizado somente para o armazenamento temporário de resíduos hospitalares; por motivo algum se devem armazenar outros materiais. Dependendo da infra-estrutura disponível, poderão existir ambientes separados para cada tipo de resíduos.

Segurança: O ambiente deve reunir condições físicas estruturais que evitem que a ação do clima (sol, chuva, ventos, etc.) cause danos ou acidentes e que pessoas não autorizadas, crianças ou animais ingressem facilmente no local. Para tanto, deve estar adequadamente sinalizado e identificado.

Higiene e saneamento: O ambiente deve contar com boa iluminação e ventilação, deve ter andares e paredes lisas e pintadas com cores claras, de preferência o branco. Deve contar com um sistema de abastecimento de água fria e quente, com pressão apropriada, para executar operações de limpeza rápidas e eficientes e um sistema de esgoto apropriado.

Finalmente, o ambiente deve estar localizado, se possível, em zonas distantes das salas do hospital e perto das portas de serviço do local, para facilitar as operações de transporte externo. Deve contar com facilidades para o acesso do veículo de transporte e para a operação de carga e descarga.

3.3 Reciclagem

Procedimento aplicado apenas aos resíduos comuns e/ou especiais de um estabelecimento de saúde, que consiste em recuperar os materiais que podem ser processados para uso posterior.

Dos resíduos que se geram nos estabelecimentos de saúde, os mais facilmente recicláveis são os resíduos comuns que, quando manipulados de maneira correta e gerados em grande quantidade, podem ter algum valor econômico.

Os resíduos especiais poderão ser reciclados e ter seu volume e toxicidade reduzidos, gerando, assim, material valioso que pode ser utilizado posteriormente.

Quando o custo de recuperação dos resíduos é mais econômico que seu transporte, tratamento e/ou disposição adequada, os responsáveis pelo manuseio desses resíduos optarão por assegurar a reciclagem.

Em cada um dos serviços que compõem um estabelecimento de saúde, deverão ser adotadas ações para prevenir a mistura dos resíduos. Deve-se evitar a alteração da composição de um determinado tipo de resíduo por outro ou outros resíduos gerados no mesmo serviço, pois isso comprometerá sua recuperação ou reciclagem.

Mesmo assim, recomenda-se formular um plano de reciclagem que considere os aspectos descritos no presente guia.

3.4 Transporte, tratamento e disposição final

O transporte, tratamento e disposição final são operações que se realizam geralmente fora do estabelecimento de saúde, por entidades ou empresas especializadas. No entanto, alguns estabelecimentos ou hospitais, devido à sua complexidade e magnitude, contam com sistemas de tratamento de resíduos dentro de suas instalações.

Os resíduos infecciosos devem ser tratados com a finalidade de reduzir ou eliminar os riscos para a saúde. Não se aceita que sejam descartados sem tratamento. Os tratamentos mais usuais são a incineração, a esterilização ou a anti-sepsia química e a esterilização em autoclaves ou com microondas. A seleção de uma dessas opções requer um estudo prévio das condições econômico-ambientais do local. As operações de tratamento devem ser vigiadas constantemente de modo a evitar a possível contaminação do ambiente e os riscos para a saúde. As operações serão efetuadas por pessoal ou empresas especializadas.

Os resíduos especiais, segundo suas características, devem ser submetidos a tratamentos específicos ou acondicionados para serem colocados em aterros sanitários de segurança ou locais de confinamentos.

Os resíduos comuns podem ser descartados junto com os resíduos municipais em aterros sanitários. Dependendo da composição e das características de seus elementos, podem ser reciclados e comercializados.

3.5 Plano de contingência

O sistema de manuseio de resíduos hospitalares deve incluir um plano de contingência para enfrentar situações de emergência. Tal plano deve conter as medidas necessárias a serem tomadas durante eventualidades e que devem ser efetivas e de fácil e rápida execução.

A comunidade hospitalar em geral e principalmente o pessoal incumbido do manuseio do sistema de limpeza devem estar capacitados para enfrentar a emergência e tomar a tempo as medidas previstas. Em caso de epidemias, deve-se contar com um plano específico.

Que procedimentos devem estar incluídos em um plano de contingência para enfrentar eventualidades?

O plano deve incluir, mas não se limitar a:

- Procedimentos de limpeza e anti-sepsia, proteção do pessoal, reembalagem em
- Alternativas para o armazenamento e o tratamento dos dejetos em casos de
- Isolamento da área em emergência e notificação à autoridade responsável.
- Elaboração de relatório detalhado dos fatos e procedimentos adotados.
- Identificação do produto ou resíduo perigoso.

4. Aspectos de recursos humanos

Os recursos humanos dentro do sistema de manuseio de resíduos sólidos constituem o terceiro grande componente e é tão importante quanto os aspectos organizacionais e os técnico-operacionais. A eficiência do sistema reside na complementação desses três aspectos.

O pessoal engloba praticamente toda a comunidade hospitalar, por isso é necessário realizar campanhas de motivação visando a que cada indivíduo se identifique com suas responsabilidades. Deve-se contar com profissionais, técnicos e operários devidamente capacitados, que dirijam e realizem o serviço de limpeza propriamente dito.

A direção do sistema deve estar a cargo de um profissional de nível superior, e as operações, a cargo de técnicos e pessoal especializado. As ações que devem ser observadas são as seguintes:

- Seleção de pessoal
- Capacitação
- Higiene e segurança ocupacional.

4.1 Seleção de pessoal

O pessoal que fará parte da equipe de manuseio de resíduos deve ser apropriadamente selecionado. Para isso, devem-se considerar aspectos como sexo, idade, conhecimentos e experiência, aptidão física e psicológica e estado de saúde, entre outros.

Em que consiste a seleção de pessoal?

Consiste em avaliar suas aptidões, expectativas e motivação para o trabalho a ser desenvolvido, independentemente da posição ou cargo que ocupe no sistema. Deve-se efetuar o seguinte:

- Exames pré-admissionais de saúde física e mental.
- Exames de conhecimentos e de habilidade física.
- Entrevistas pessoais.
- Avaliação nas tarefas que será exercer.

4.2 Capacitação

Uma vez selecionado o pessoal, este deve ser capacitado e integrado às atividades da instituição, especificamente ao sistema de manuseio de resíduos. É fundamental conseguir uma integração apropriada com seus companheiros de trabalho, superiores, pessoal subordinado, pacientes, público, etc. As ações de motivação devem ser permanentes e devem estar apoiadas pelo uso de cartazes, boletins, palestras e filmes, em linguagem adequada.

Que temas deveriam ser contemplados por um programa de capacitação?

Inicialmente, o programa de capacitação deve contemplar os seguintes aspectos:

- Riscos ambientais: generalidades sobre microorganismos patogênicos, informação sobre infecções, formas de transmissão de doenças, vias de acesso de microorganismos, primeiros socorros, etc.
- Riscos de operação: medidas gerais de higiene e segurança pessoal.
- Operações: organização do hospital, fluxo de atividades, ciclo das operações,
- Direção: motivação, liderança, programação, execução, avaliação, etc.
- Treinamento nos procedimentos de manuseio interno descritos neste guia, de acordo com as normas em vigor em cada país.
- Higiene e segurança ocupacional.

Avaliação da capacitação.

A capacitação deve ser contínua, geral e específica.

O processo de capacitação deve contar com um sistema periódico de avaliação.

4.3 Segurança e higiene ocupacional

As medidas de higiene e segurança permitirão que o pessoal, além de proteger sua própria saúde, desenvolva com maior eficiência seu trabalho.

Tais medidas incluem aspectos de capacitação no trabalho, conduta apropriada, disciplina, higiene e proteção pessoal, entre outras, e são complementares às ações desenvolvidas no ambiente de trabalho, como iluminação, ventilação, ergonomia, etc.

O pessoal envolvido nas operações de manuseio de resíduos sólidos deve observar as seguintes medidas de segurança:

- Conhecer o cronograma de trabalho, sua natureza e responsabilidades, assim

- Vacinar-se contra tétano, tifo e hepatite B.
- Submeter-se a um *check-up* que conste no mínimo de um exame para tuberculose.
- Estar em perfeito estado de saúde, não ter problemas com gripes leves nem
- Iniciar seu trabalho já devidamente protegido pelo equipamento pessoal, pois
- Usar luvas reforçadas na palma e nos dedos para evitar cortes e perfurações. As luvas devem ser colocadas por cima da manga do guarda-pó ou macacão.
- Prender o cabelo para que não se contamine; de preferência usar gorro.
- Colocar a barra das calças dentro das botas.
- Evitar tirar ou colocar o respirador ou os óculos, caso os use, durante a amos-
- Não comer, fumar, nem mastigar qualquer produto durante o trabalho.
- Ter a seu alcance uma caixa com anti-sépticos, algodão, esparadrapo, ataduras
- Retirar-se do local caso sinta náuseas.
- Lavar a ferida com água e sabão no caso de corte ou arranhão durante o
- Ter sacos de reserva para colocar um saco rasgado sem deixar restos no chão.
- Jogar fora de imediato as luvas, em caso de ruptura, que em hipótese alguma
- Lavar e desinfetar o equipamento de proteção pessoal, especialmente as luvas,
- Tomar banho, no local de serviço, após a jornada de trabalho.

5. Bibliografia

- Ribeiro, Vital de Oliveira; Barros, Antonio Ozorio Leme de. 1989. *Subsídios para organização de sistemas de resíduos em serviços de saúde*. São Paulo, Secretaria de Estado da Saúde, Centro de Vigilância Sanitária.
- Monreal, Julio. 1991. *Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina*. San Salvador, Organización Panamericana de la Salud.
- Environmental Protection Agency. 1993. *Code of federal regulations, parts 190 to 259: Standards for the tracking and management of medical waste*. Washington, DC: Government Printing Office.

- Tello Espinoza, María del Pilar. 1991. *Diagnóstico de la situación de los residuos hospitalarios en Lima metropolitana*. Lima, CEPIS.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Resíduos de serviços de saúde - Terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12807)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Resíduos de serviços de saúde - Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12808)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Manuseio de resíduos de serviços de saúde*. Rio de Janeiro, ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12809)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Coleta de resíduos de serviços de saúde*. Rio de Janeiro, ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12810)
- León Suematsu, Guillermo; Sandoval Quintero, Carlos; Terry Berro, Carmen; Larrea Idiarte, Fernando; Wharwood, Gina. 1992. *Saneamiento ambiental en los servicios de atención de salud Metodología para la evaluación y diagnóstico de las condiciones sanitarias de las unidades de servicios de atención de salud*. Lima, CEPIS.
- Machado Júnior, Mário Cardoso; Sobral, Glória Maria de Oliveira. 1978. *Resíduos sólidos hospitalares*. Documento apresentado ao III Congresso Brasileiro de Limpeza Pública; I Congresso Pan-Americano de Limpeza Pública, São Paulo.
- Hueber, Dietrich. 1992. *Manejo de desechos hospitalarios en Venezuela; informe de misión*. Caracas, Organización Panamericana de la Salud.
- EURO. 1985. *Management of waste from hospitals and other health care establishments*. Copenhagen: EURO. (EURO reports and studies, 97)
- BENNETT, Pamella V. 1992. *A guideline for medical waste management*. San Bernardino,

ANEXO I:

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE
--

California: Department of Environmental Health Services.

| |

Existem diferentes sistemas de classificação para a caracterização dos resíduos hospitalares. Em primeiro lugar, apresenta-se a classificação sugerida no presente guia, seguida da classificação alemã, a classificação da Organização Mundial da Saúde e a da EPA. A adoção de uma delas dependerá das características particulares do estabelecimento de saúde.

1. Classificação proposta neste guia

Esta classificação permite uma identificação fácil do tipo de resíduo e do ponto ou local de sua geração.

1.1 Resíduos infecciosos

São aqueles gerados durante as diferentes etapas do atendimento de saúde (diagnóstico, tratamento, imunizações, pesquisas, etc.) que contêm agentes patogênicos. Representam diferentes níveis de perigo potencial conforme o grau de exposição aos agentes infecciosos que provocam as doenças.

Esses resíduos podem ser, entre outros:

a. Materiais provenientes das salas de isolamento dos pacientes

Resíduos biológicos, excrementos, exsudados ou restos de materiais provenientes de salas de isolamento de pacientes com doenças altamente transmissíveis. Incluem-se os animais isolados, assim como qualquer tipo de material que tenha estado em contato com os pacientes dessas salas.

b. Materiais biológicos

Culturas; amostras armazenadas de agentes infecciosos; meios de cultura; placas de Petri; instrumentos usados para manipular; misturar ou inocular microorganismos; vacinas vencidas ou inutilizadas; filtros de áreas altamente contaminadas; etc.

c. Sangue humano e hemoderivados

Sangue de pacientes; bolsas de sangue com prazo de utilização vencido ou sorologia positiva; amostras de sangue para análises; soro; plasma e outros subprodutos. Também se incluem os materiais encharcados ou saturados com sangue; materiais como os anteriores mesmo que secos, inclusive plasma, soro e outros, assim como os recipientes que os contêm, como os sacos plásticos, tubos intravenosos, etc.

d. Resíduos anatômicos patológicos e cirúrgicos

Dejetos patológicos humanos, inclusive tecidos, órgãos, amostras para análise, partes e fluidos corporais que se removam durante autópsias, cirurgia, etc.

e. Resíduos perfurocortantes

Elementos perfurocortantes que estiveram em contato com pacientes ou agentes infecciosos, inclusive agulhas hipodérmicas, seringas, pipetas de Pasteur, bisturis, tubos, placas de culturas, vidraria inteira ou quebrada, etc. Considera-se, também, qualquer objeto perfurocortante que foi jogado fora, ainda quando não utilizado.

f. *Resíduos de animais*

Carcaças ou partes de animais infectados, assim como as camas ou palhas usadas, provenientes dos laboratórios de pesquisa médica ou veterinária.

1.2 Resíduos especiais

São os gerados durante as atividades auxiliares dos estabelecimentos de saúde, que não entraram em contato com os pacientes nem com os agentes infecciosos. Constituem um perigo para a saúde devido a suas características agressivas, como corrosividade, reatividade, inflamabilidade, toxicidade, explosividade e radioatividade.

Esses resíduos são gerados principalmente nos serviços auxiliares de diagnóstico e tratamento; nos diretos complementares e, nos gerais.

Esses resíduos podem ser, entre outros:

a. *Resíduos químicos perigosos*

Substâncias ou produtos químicos com características tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas, reativas, genotóxicas ou mutagênicas, como quimioterápicos, antineoplásicos, produtos químicos não utilizados, pesticidas fora de especificação, solventes, ácido crômico (usado na limpeza de vidros de laboratório), mercúrio de termômetro, substâncias para revelação de radiografias, baterias usadas, óleos, lubrificantes usados, etc.

b. *Resíduos farmacêuticos*

Medicamentos vencidos, contaminados, desatualizados, não utilizados, etc.

c. *Resíduos radioativos*

Materiais radioativos ou contaminados com radioisótopos de baixa atividade, provenientes de laboratórios de pesquisa química e biológica; de laboratórios de análises clínicas, e de serviços de medicina nuclear. Esses materiais são normalmente sólidos ou líquidos (seringas, papel absorvente, frascos, líquidos derramados, urina, fezes, etc.)

Os resíduos radioativos com atividades médias ou altas devem ser acondicionados em containers de cimento armado, até que suas atividades se encontrem dentro dos limites permitidos para sua eliminação.

1.3 Resíduos comuns

São os gerados pelas atividades administrativas, auxiliares e gerais, que não correspondem a nenhuma das categorias anteriores; não representam perigo para a saúde e suas características são similares às que apresentam os resíduos domésticos comuns.

Incluem-se nesta categoria papéis, papelões, caixas, plásticos, restos da preparação de alimentos e materiais de limpeza de quintais e jardins, entre outros.

2. **Classificação Alemã** ⁽¹⁾

2.1 Dejetos comuns (Tipo A)

Dejetos provenientes da administração, limpeza geral, preparação de alimentos, áreas de internação hospitalar, sempre que sejam separados no ponto de origem dos restos classificados como potencialmente infecciosos, infecto-contagiosos, orgânicos humanos e perigosos. São similares aos domiciliares e não requerem manuseio especial São compostos por: restos de alimentos, embalagens descartáveis de alumínio, plástico, papelão, vidro, papéis sanitários, papéis de escritório e dejetos esterilizados no hospital.

2.2 Dejetos potencialmente infecciosos (Tipo B)

Dejetos provenientes de áreas de internação geral, consulta externa, emergência, quirófano, etc., gerados na aplicação de tratamento ou cura do paciente. Requerem manuseio especial dentro e fora do hospital. Estão compostos por: algodões, gazes, ataduras, seringas, frascos de soro, sondas, lençóis descartáveis, toalhas sanitárias descartáveis, fraldas descartáveis, gorros, máscaras, batas e luvas.

2.3 Dejetos infecto-contagiosos (Tipo C)

Dejetos provenientes de pacientes com doenças infecto-contagiosas como AIDS, hepatite, tuberculose, diarreias infecciosas, tifo, etc. Requerem manuseio especial dentro e fora do hospital. São compostos por: dejetos de laboratórios, com exceção dos de radiologia e de medicina nuclear, materiais impregnados de sangue, excrementos e secreções. Também incluem os materiais perfuropenetrantes (agulhas, bisturis, etc.) colocados previamente em recipientes rígidos.

2.4 Dejetos orgânicos humanos (Tipo D)

Dejetos provenientes de salas de cirurgia, parto, necrotério, necropsia e anatomia patológica. São compostos por amputações, restos de tecidos, necropsia e biópsia, fetos e placentas.

2.5 Dejetos perigosos (Tipo E)

Dejetos que, por razões legais ou por características físico-químicas, requerem um manuseio especial. São compostos por material radioativo, dejetos químicos, embalagens de aerossol, indumentárias de

tratamento de rádio e quimioterapia, restos de laboratórios de radiologia e de medicina nuclear e outros mencionados nas normas de dejetos perigosos.

3. Classificação da Organização Mundial da Saúde ⁽²⁾

3.1 Resíduos gerais

Resíduos não perigosos similares, por sua natureza, aos resíduos domésticos.

3.2 Resíduos patológicos

Tecidos, órgãos, partes do corpo, fetos humanos e carcaças de animais, assim como sangue e fluidos corporais.

3.3 Resíduos radioativos

Sólidos, líquidos e gases de procedimentos de análises radiológicas, como os testes para a localização de tumores.

3.4 Resíduos químicos

Incluem os resíduos perigosos (tóxicos, corrosivos, inflamáveis, reativos ou genotóxicos) e não perigosos.

3.5 Resíduos infecciosos

Dejetos que contêm agentes patogênicos em quantidade suficiente para representar uma ameaça séria, como culturas de laboratórios, resíduos de cirurgia e autópsias de pacientes com doenças infecciosas, dejetos de pacientes de salas de isolamento ou da unidade de diálise e resíduos associados a animais infectados.

3.6 Objetos perfurocortantes

Qualquer artigo que poderia causar corte ou punção (especialmente agulhas ou navalhas).

3.7 Resíduos farmacêuticos

Resíduos da indústria farmacêutica; incluem medicamentos com vazamento, vencidos ou contaminados. Recipientes para substâncias mantidas sob pressão (tubos de aerossol).

4. Classificação da Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos da América

4.1 Culturas e amostras armazenadas

Dejetos de culturas e amostras armazenadas de agentes infecciosos, inclusive os de laboratórios médico-patológicos, de pesquisa e da indústria. Consideram-se também os dejetos da produção de vacinas, as placas de cultura e os utensílios usados para seu manuseio.

4.2 Resíduos patológicos

Dejetos patológicos humanos, inclusive amostras de análises, tecidos, órgãos, partes e fluidos corporais que se removem durante autópsias, cirurgia, etc.

4.3 Resíduos de sangue humano e hemoderivados

Incluem o sangue, produtos derivados do sangue, plasma, soro, materiais encharcados ou saturados com sangue, materiais como os anteriores mesmo que secos, assim como os recipientes que os contêm, como sacos plásticos, tubos intravenosos, etc.

4.4 Resíduos perfurocortantes

Elementos perfurocortantes que estiveram em contato com pacientes humanos ou animais durante o diagnóstico, tratamento, pesquisa ou produção industrial, inclusive agulhas hipodérmicas, seringas, pipetas de Pasteur, agulhas, bisturis, tubos, placas de culturas, vidraria inteira ou quebrada, etc., que estiveram em contato com agentes infecciosos.

4.5 Resíduos de animais

Carcças ou partes de animais infectados, assim como as camas ou palhas usadas, provenientes dos laboratórios de pesquisa médica, veterinária ou industrial.

4.6 Resíduos de isolamento

Resíduos biológicos, excrementos, exsudados ou restos de materiais provenientes de salas de isolamento de pacientes com doenças altamente transmissíveis. Incluem-se, também, os animais isolados.

4.7 Resíduos perfurocortantes não usados

Qualquer objeto perfurocortante jogado fora, embora não tenha sido usado.

Observações:

- i) Consideram-se também resíduos sólidos médicos as misturas das anteriores.
- ii) Os resíduos médicos de casas particulares não se incluem no regulamento.

- iii) As cinzas provenientes da incineração de resíduos não são consideradas resíduo médico.
- iv) Excluem-se os resíduos perigosos definidos na Parte 261 do código de regulamentação federal da EPA.
- v) Os resíduos de processos de tratamento dos dejetos sólidos médicos também não são considerados como tais.
- vi) As carcaças ou restos de partes anatômicas também não são considerados quando vão ser enterrados ou cremados.

5. Referências bibliográficas

1. Hueber, Dietrich. 1992. *Informe sobre manejo de residuos sólidos hospitalarios*. Buenos Aires.
2. EURO. 1985. *Management of waste from hospitals and other health care establishments*. Copenhagen: EURO. (EURO reports and studies, 97),

**CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
NOS ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE**

A caracterização baseia-se em análises físicas e químicas do material que se vai manipular. As análises têm finalidades diferentes e variam de acordo com os processos a que serão submetidos esses resíduos, como o armazenamento, a coleta interna, o transporte e a disposição final. Os parâmetros mais importantes para a caracterização dos resíduos assim como a metodologia para efetuar a análise apresentam-se a seguir:

As análises para determinar as características do armazenamento nas estações intermediárias e finais são a frequência da coleta e a produção por leito. Com isso, pode-se estabelecer a forma, o tamanho e o material dos recipientes visando a assegurar seu fácil manuseio e suas condições higiênicas.

Para determinar as características da coleta é necessário conhecer a frequência da mesma, considerando-se:

- composição física do lixo;
- recursos disponíveis para a coleta;
- umidade do lixo;
- condições sanitárias.

Para determinar o sistema de disposição, é necessário saber:

- quantidade do resíduo;
- composição física.

Caso se trate de incineração, é importante conhecer:

- umidade;
- poder calórico;
- sólidos voláteis e cinzas: os resíduos com valores elevados em sólidos voláteis indicam a presença de grande quantidade de matéria combustível, tais como papelão, trapos, etc.;
- conteúdo de nitrogênio (orgânico, amoníaco);
- conteúdo de fósforo (fosfatos);
- conteúdo de enxofre: serve para avaliar o potencial de contaminação do ar gerado pelo incinerador, pois o enxofre transforma-se em dióxido de enxofre durante a incineração e causa graves problemas de contaminação ambiental. O valor máximo do enxofre nos resíduos proporciona uma elevada porcentagem de enxofre pela grande quantidade de sulfatos existentes.

Caso se pense em reciclar alguns resíduos que não constituam perigo, deve-se saber:

- procedência dos resíduos;
- composição física dos resíduos;
- quantidade de cada componente.

1. Procedimento para a coleta da amostra

Para conhecer a quantidade de resíduos que gera determinado estabelecimento hospitalar, devem-se observar os seguintes procedimentos:

- Estabelecer um convênio ou contrato com o estabelecimento hospitalar onde será realizada a caracterização. Isso assegura a continuidade e a seriedade da amostragem e o término do trabalho de forma satisfatória.
- Acompanhar os itinerários e horários de limpeza, coleta e transporte interno dos resíduos. Isso permite identificar os pontos de geração e acumulação dos resíduos durante as 24 horas do dia, em qualquer dia da semana, com a finalidade de estabelecer os locais para deixar os sacos de amostragem.
- Dividir os andares e seções do hospital em áreas que sejam fáceis de controlar e que contribuam com um acúmulo de lixo de quantidade similar.
- Armazenar em um saco plástico, previamente identificado, os resíduos produzidos em 24 horas por cada ponto de geração.
- Realizar um número de amostras estatisticamente representativas que completem a variação diária (de segunda a domingo) para a determinação do peso e da densidade. Considera-se que 15 amostras representam a coleta das mesmas durante duas semanas (considerando que a primeira amostra é descartada). Para a composição física se realiza um mínimo de três amostras por semana coletadas em dias alternados.
- Deixar o saco plástico e colocar a hora na etiqueta em cada ponto de geração identificado. Deve-se verificar que nesse local não haja lixo acumulado.
- Determinar o número exato de sacos para colocá-los nos pontos de geração. Os sacos devem ter 0,4 ou 0,5 mm de espessura e ser do tamanho dos recipientes de coleta de lixo do hospital.
- Identificar a amostragem com a seguinte informação: hora (entrega e coleta do saco), dia, ano, mês e observações. Essa informação está mais detalhada no item 3.3.
- Colocar os vidros, plásticos duros ou os resíduos com excessiva umidade dentro de um saco plástico adicional para protegê-lo de rupturas ou vazamentos.
- Retirar os sacos e colocar a hora da coleta quando são feitas a limpeza e a coleta dos resíduos.
- Recolher os sacos e verificar se a etiqueta de identificação está legível.
- Armazenar os sacos em um local previamente estabelecido onde não exista o risco de misturas e onde se possa revisar a etiqueta devidamente preenchida;

- Esterilizar os resíduos em autoclave para eliminar o risco de contaminação, sempre e quando só se realizem as análises de peso, densidade e composição física. Esse procedimento não é recomendável quando se planejam outras análises.

2. Modelo e código de identificação das amostras

2.1 Modelo de identificação da amostra

A identificação dos sacos nos pontos de geração, como nas amostras já preparadas, será feita por meio de etiquetas ou cartões neles afixados, de maneira que não se possam confundir (figura 1).

Figura 1

Etiqueta para identificação das amostras no ponto de geração

Identificação da amostra	
Código: _____	Estação: _____
Andar: _____	Seção: _____
Ano: _____	Mês: _____
Dia de início: _____	Dia de fim: _____
Hora de início: _____	Hora de fim: _____
Operador: _____	
Observações: _____	

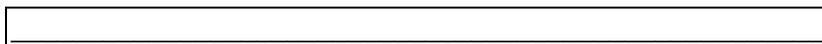
13 cm

8 cm

Código:	Descrito no item 2.2.
Estação:	Ponto de geração (exemplo: sala de cirurgia 2, laboratórios de microbiologia)
Andar:	É o andar do centro hospitalar
Seção:	Área a que pertence (ex.: laboratório, pediatria, sala de cirurgias)
Dia de início:	Dia e data em que se deixa o saco vazio
Dia de fim:	Dia e data em que se recolhe o saco com os resíduos
Hora de início:	Hora em que se deixa o saco vazio
Hora de fim:	Hora em que se recolhe o saco com resíduos
Operador:	Nome e sobrenome da pessoa que manuseia o saco. Pode-se colocar o nome da pessoa que limpa esse ponto de geração e o nome da pessoa que se encarrega de deixar e recolher o saco, ou seja, a que pertence à equipe de analistas.
Observações:	Indicar-se-á qualquer anomalia notada na hora de recolher o saco (rasgado, molhado, totalmente cheio ou se existe lixo excedente ao redor, etc.). Indica-se a temperatura da amostra quando a mesma difere da temperatura ambiente.

- A etiqueta de identificação da amostra preparada para a análise é apresentada na figura 2. Essa identificação será usada no item 7.

Figura 2

Identificação da amostra preparada

sem dificuldade, considerando as unidades e parâmetros com os quais esteja trabalhando. Seguem em anexo exemplos de formulários.

Antes de pesar as amostras, é recomendável preencher os dados gerais e as quadrículas ‘Ponto de geração’ dos formulários F1, F2, F3. É útil trabalhar simultaneamente com os formulários F1 e F2 (ver as indicações no item 3.2).

As operações matemáticas que devam ser realizadas nos formulários se efetuam quando terminada a caracterização.

3.1 Formulário para a coleta de dados em análise para determinar a quantidade de resíduos sólidos (F-1)

Este formulário poderá ser utilizado para as amostras originais e duplicadas, conforme for o caso.

Na quadrícula ‘Outro lixo’, consideram-se os resíduos recicláveis que não se misturam com o resto do lixo (por exemplo, garrafas, caixas, etc.).

- O ‘peso’ inclui o do lixo e o do recipiente. Para determinar o peso líquido é necessário diminuir o peso do recipiente.
- O valor da quadrícula ‘3’ (peso líquido) refere-se a cada tipo de ‘outro lixo’ selecionado.

3.2 Formulário para a coleta de dados em análises para determinar a densidade dos resíduos sólidos (F-2)

O valor da quadrícula ‘2’ (peso líquido do lixo) é o dado obtido a partir do formulário F-1.

- Quando se trabalha simultaneamente, preencher apenas o quadradinho “5” (volume) do formulário F-2.

3.3 Formulário para determinar a composição física dos resíduos (F-3)

- Para fins de verificação, o resultado da soma dos pesos líquidos parciais por tipo de resíduos classificados deve coincidir com o valor do quadradinho ‘4’ do formulário F-1.
- Deve-se dispor de uma lista adicional que indique os pesos dos recipientes utilizados para pesar cada tipo de resíduo. Esses recipientes estarão identificados por letras, por exemplo, 5A, que significa 5 kg no recipiente ‘A’ que pesa 0,1 kg; portanto, o peso líquido será 4,9 kg.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------|------------|
| 1. Plástico | 2. Vidro | 3. Papel | 4. Papelão |
| 5. Alimentos dos pacientes | 6. Resíduos de cozinha e restaurantes | 7. Borracha, cola | 8. Metais |
| 9. Trapos | 10. Gazes, algodões | 11. Cinzas | 12. Gesso |
| 13. Chapas de raios X | 14. Tumores, etc. | 15. Aditivos | 16. Outros |
| 17. Outros | | | |



4. Método de análise para determinar a quantidade de resíduos

Determinação da quantidade (3):

- Preparam-se dois recipientes de 50 e 100 litros.
- Os recipientes e o saco vazio são pesados em uma balança com capacidade de pesar de 100 gramas até 10 quilos.
- Existem duas formas de encontrar o peso e o volume do lixo, e elas são as seguintes:
 - a) Colocam-se os resíduos no recipiente sem fazer pressão e sacode-se o recipiente de tal forma que se preencham os espaços vazios. Pesa-se e, em seguida, por diferença obtém-se o peso líquido dos resíduos. Realiza-se esse procedimento para cada fonte de geração.
 - b) Pesam-se os sacos com resíduos sem abri-los, diretamente na balança e por diferença obtém-se o peso líquido dos resíduos.

Coloca-se o saco com resíduos dentro do recipiente sem fazer pressão e sacode-se o recipiente de tal forma que se preencham os espaços vazios. Em seguida, mede-se a altura que os resíduos alcançarão dentro do recipiente, e o diâmetro para se encontrar o volume.

Deve-se pesar todo o lixo gerado no ponto estabelecido. Caso existam frascos de soro ou outro material previamente separado (reciclado), devem ser pesados e inventariados. Pode-se pesar separadamente do resto do lixo, mas esse valor soma-se ao peso do ponto de geração de onde procede.

5. Método de análise para determinar a densidade

- Obtido o peso por ponto de geração (conforme o método anterior), determina-se o volume que ocupou o lixo pesado no recipiente.
- Não se considera o peso ou o volume de resíduos recicláveis (garrafas, caixas, etc.).
- Obtém-se a densidade do lixo por ponto de geração ao dividir seu peso em quilogramas pelo volume do recipiente em metros cúbicos.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

onde:

D = densidade do lixo (kg/m^3)

P = peso do lixo (kg)

V = volume do lixo no recipiente (m^3)

- A densidade do lixo será obtida ao dividir o valor da soma dos pesos líquidos pelo valor da soma dos volumes.



6. Método de análise para determinar a composição física

Este método tem como objetivo conhecer os componentes físicos dos resíduos hospitalares (3).

- Como a quantidade de resíduos recolhida por cada ponto de geração é pequena, deve-se inspecionar de forma detalhada o conteúdo de cada saco originado em cada ponto de geração.
- A classificação é feita por duas pessoas, uma em frente da outra, que separam manualmente o lixo e o colocam em bandejas distintas de acordo com sua categoria.
- Terminada a classificação em cada saco, pesam-se as bandejas com cada componente. Conclui-se a tarefa quando todo o lixo de cada saco foi separado em seus componentes.
- As bandejas deverão ser identificadas de acordo com o tipo de resíduos que podem ser:

papel

papelão

resíduos de alimentos (servidos)

resíduos de cozinha

plásticos duros

plásticos de sacos

moldes de gesso

cinzas

vidros (garrafas, lâminas, placas, etc.)

borracha, cola

metais

trapos

gazes, algodões

filmes, chapas de raios X

tumores, peças orgânicas, ossos, animais mortos

meios de cultura

lama

outros.

- Terminada a classificação subtrai-se o peso do recipiente do peso obtido, determinando assim o peso de cada componente.
- Em seguida, somam-se os pesos e faz-se uma comparação com o peso do saco do qual foram tirados os resíduos. Dessa forma, pode-se calcular as porcentagens de cada tipo de resíduos para qualquer ponto de geração.
- Obtém-se a porcentagem de cada componente considerando-se os dados do peso total e do peso de cada tipo de resíduo.
- Deve-se efetuar todo o trabalho de campo com a maior rapidez possível, já que durante a operação o lixo vai perdendo umidade. Portanto, um tempo menor resulta numa maior exatidão nas medidas.
- Não se analisa a composição física dos restos de alimentos de cozinha e de doentes, uma vez que apresentam características comuns.

Caso se pretenda incinerar apenas os resíduos que constituem um problema para a disposição final devido a suas características especiais e perigosas, então se analisará a composição física dos sacos provenientes do necrotério, salas de cirurgia, hemodiálise, salas de doentes isolados, banco de sangue e sala de quimioterapia.

Esta seleção de locais permite que o volume a ser caracterizado seja menor e, portanto, o tempo de exposição desses resíduos também o será. Além disso, não se abrem os sacos provenientes do necrotério, banco de sangue (com bolsas de sangue), sala de isolamento e culturas microbiológicas, devido ao alto risco que apresentam e porque sua composição física já é conhecida.

7. Preparação da amostra para as análises físico-químicas

- Juntam-se os resíduos classificados, segundo o que foi explicado no item 6, de todas as estações do centro hospitalar.
- Cortam-se os pedaços de resíduos maiores até que fiquem com 5×5 cm, ou menos.
- O material que pode ser reciclado deverá ser separado e não triturado.
- Homogeneiza-se a amostra misturando-a completamente.

- Divide-se a amostra em quatro partes e escolhem-se duas opostas para formar outra amostra respectiva menor. A amostra menor é novamente misturada e dividida em quatro partes, em seguida, escolhem-se duas opostas e forma-se outra amostra menor. Essa operação é repetida até se obter uma amostra de um quilograma de lixo ou menos (2).
- É conveniente separar alguns produtos inertes, como plásticos, colas, borracha, vidro, metais, cerâmica, pedras e qualquer outro que não absorva umidade;
- Com a amostra de um quilograma realizam-se as análises.
- Essa amostra é colocada em um recipiente hermético e levada de imediato ao laboratório.
- O restante dos resíduos que fica do que foi separado para as análises é jogado fora de imediato, de preferência em sacos fechados.

Como esse tipo de resíduos é de difícil homogeneização devido às características de seu conteúdo (peças anatômicas, sangue, etc.), pode-se preparar uma amostra de cada componente e determinar sua umidade, poder calórico, sólidos voláteis, cinzas e conteúdo de enxofre em separado e em seguida encontrar o valor total de forma teórica a partir da porcentagem da existência do componente dentro de uma amostra composta. Para esse caso não se consideram os produtos inertes mencionados anteriormente.

8. Método de análise para determinar a umidade

8.1 Método 1 (Referência 1)

Equipamento

- Estufa para secagem (103 °C)
- Secador de vidro
- Recipientes para amostras, com tampa
- Balança graduada (a 0,1 g).

Procedimento

- Esquentam-se a estufa a 103 °C, o que permitirá remover elementos voláteis como amoníaco e líquido.

- Divide-se a amostra de 50 a 100 g de lixo fresco.
- Coloca-se a amostra nos recipientes previamente pesados e numerados e cobre-se imediatamente.
- Retiram-se e colocam-se previamente todos os materiais inorgânicos como plásticos, colas, vidro, borracha, metais, cerâmicas, pedras e outros que não absorvam umidade.
- Seca-se o material a peso constante, assegurando-se de que o recipiente esteja destampado, uma vez na estufa.
- Deixam-se as amostras na estufa por 48 horas.
- Deixam-se as amostras esfriar sobre uma superfície seca ou em um secador de vidro.
- Pesam-se as amostras.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Cálculos:

8.2 Método 2 (Referência 2)

Equipamento

- Uma estufa para secagem
- Um frasco secador grande ou um armário com uma substância higroscópica ou um secador de vidro
- Recipiente para as amostras (potes de alumínio fechados de 8,89 cm de diâmetro e 5,8 cm de profundidade)
- Uma balança graduada a um décimo de grama e com capacidade para 200 gramas.

Procedimento

- Pesam-se os recipientes para as amostras.

- Enchem-se os recipientes com as amostras duplicadas de 50 a 100 g de resíduos orgânicos triturados frescos e cobre-se imediatamente. Os materiais inorgânicos como vidro, metais e cerâmica de tamanho acima de 2,5 cm são eliminados. Não é necessário comprimir o material.
- Pesam-se os recipientes com as amostras no seu interior com precisão de um decigrama, antes de decorrida uma hora.
- Secam-se as amostras a 75 °C na estufa para secagem com as tampas meio abertas ou sem tampas, até que seu peso seja constante. É suficiente secar as amostras de menos de 60% do conteúdo de umidade durante 24 horas em uma estufa que tenha circulação de ar sob pressão, embora seja preferível secá-las durante 48 horas.
- Retiram-se os recipientes da estufa e deixam-se esfriar em um frasco secador ou secador de vidro.
- Pesam-se os recipientes.
- Secam-se as amostras de novo durante uma ou duas horas.
- Repetem-se os últimos dois passos.
- Se durante a segunda secagem (por uma ou duas horas) produzir-se uma perda de peso menor que 1% do peso original (amostra úmida), considera-se terminado o processo.
- Se a perda de peso na segunda secagem for maior que 1% do peso original, seca-se por mais uma hora e repete-se a operação até cumprir a condição indicada no ponto anterior.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Cálculo

9. Método para determinar o poder calórico

9.1 Método 1 (Método analítico; referência 2)

Equipamento

- Um calorímetro de bomba de oxigênio
- Uma conexão para a condução de oxigênio
- Um cilindro de oxigênio (corrente)
- Um regulador de pressão (corrente)
- Uma balança com capacidade líquida para 5 kg
- Uma estufa para secagem
- Um frasco secador grande
- Uma balança analítica.

Reagentes

- Água destilada
- Solução de carbonato de sódio, 0,0725N (3,84 gramas de Na_2CO_3 dissolvidos em água destilada diluída até completar um litro)
- Indicador laranja de metila ou vermelho de metila.

Procedimento

- Estudam-se e seguem-se de forma detalhada as instruções do fabricante do calorímetro.
- Pesa-se até um décimo de miligrama entre 0,8 e 1,2 gramas da amostra previamente moída e secada diretamente na cápsula metálica de combustão.
- Instala-se o fusível entre os dois eletrodos da bomba de oxigênio, coloca-se a cápsula no suporte da braçadeira de um dos eletrodos e coloca-se uma quantidade determinada de água destilada (1 ml) na bomba.
- Coloca-se a cabeça da bomba dentro do cilindro e parafusa-se a tampa firmemente com a mão mediante uma argola de contato.
- Conecta-se a válvula de entrada de oxigênio ao cilindro que o contém e deixa-se o oxigênio penetrar lentamente até chegar a uma pressão de 30 atm. Em seguida, fecha-se a válvula de entrada de oxigênio e desliga-se a bomba.
- Enche-se o balde do calorímetro com 2 000 g ($\pm 0,5$ g) de água destilada para que a bomba fique submersa e completamente coberta. A temperatura da água deve estar aproximadamente 1,5 °C abaixo da temperatura ambiente.

- Submerge-se a bomba no balde, conectam-se os bornes dos eletrodos no circuito de ignição e coloca-se a tampa com o termômetro e a vareta.
- Mexe-se a vareta e se mantém o movimento durante cinco minutos antes de começar com as leituras da temperatura. A seguir, lê-se o termômetro a cada 60 segundos e anotam-se as temperaturas com aproximação de um milésimo durante outros cinco minutos pelo menos.
- Fecha-se o circuito de ignição e anota-se a temperatura no momento de ignição, ao final desse período preliminar.
- Faz-se a leitura e anotação das temperaturas aos 45, 60, 75, 90 e 105 segundos logo após atingir o estado de incandescência e a intervalos de um minuto até que se chegue ao valor máximo da temperatura.
- Continuam-se anotando as temperaturas, agora decrescentes, durante outros cinco minutos.
- Pára-se o motor uma vez anotada a última leitura e remove-se a tampa, desligam-se os bornes de ignição e retira-se a bomba do calorímetro.
- Espera-se durante uns cinco minutos e em seguida deixam-se escapar lentamente os gases abrindo a válvula de saída. Desparafusa-se a tampa da bomba e certifica-se de que não haja partículas combustíveis sem queimar. Caso existam, joga-se fora o ensaio.
- Lava-se bem o interior da bomba, inclusive a tampa com a válvula e a cápsula com um jato de água destilada e esvazia-se o lavado em um vaso de precipitação. Faz-se a titulação do lavado usando a solução de Na_2CO_3 , 0,0725N e o indicador laranja de metila. Conserva-se a solução resultante da titulação para usá-la na prova de enxofre.
- Removem-se cuidadosamente e medem-se os excessos do fusível não queimados.
- Faz-se a prova de enxofre conforme o manual do fabricante do calorímetro;

Cálculos

Para o cálculo do poder calórico superior utilizam-se as instruções do fabricante da bomba em questão, pois elas dependem do tipo de bomba que se utiliza.

Uma vez que pode haver interesse em conhecer dados em BTU^{*}/libra, apresenta-se a seguir a equação para a conversão dessa unidade:

$$\text{BTU/libra} = (\text{caloria/grama}) \times 1,8$$

Calcula-se o poder calórico inferior a partir do poder calórico superior, deduzindo-se 1 030 BTU por uma libra (572 calorias por grama) de água proveniente de uma quantidade unitária (uma libra ou um grama respectivamente) de material, e inclui-se tanto a água proveniente da umidade quanto a formada por combustão.

9.2 Método 2 (Método teórico para calcular o poder calórico do lixo)

Para facilitar o cálculo do poder calórico do lixo, em primeiro lugar se adotam os seguintes valores como o poder calórico de cada componente seco:

a. Papel e papelão	4 000 kcal/kg
b. Trapos	4 000 kcal/kg
c. Madeira e folhagem	4 000 kcal/kg
d. Restos de alimentos	4 000 kcal/kg
e. Plásticos, borracha e couro	9 000 kcal/kg
f. Metais	0 kcal/kg
g. Vidros	0 kcal/kg
h. Terra e outros	0 kcal/kg

Em segundo lugar, supõe-se que toda a umidade do lixo está nos componentes das classes a, b, c e d.

* BTU (British Thermal Unit) = Caloria de que se necessita para aumentar a temperatura de uma libra de água por 1 °F sob pressão atmosférica de 1 atm.

O poder calórico superior do lixo (Ps) calcula-se da seguinte forma:

	Composição úmida (%)	Composição seca (%)	Poder calórico superior (kcal/kg)
a. Papel e papelão	a		
b. Trapos	b		
	a+b+c+d	a+b+c+d-W	$\frac{a+b+c+d-W}{100} \times 4\,000$
c. Madeira e folhagem	c		
d. Restos de alimentos	d		
e. Plástico, borracha e couro	e	e	$\frac{e}{100} \times 9\,000$
f. Metais	f	f	
g. Vidros	g	g	$\frac{f+g+h+W}{100} \times 0$
Terra e outros			
Água			
TOTAL	100%	100%	40 (a+b+c+d-W) + 90e kcal/kg

Portanto, o poder calórico superior do lixo (Ps) é representado pela seguinte equação:

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

O poder calórico inferior do lixo (Pi) é calculado usando a seguinte equação:

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Quando se trata de seleccionar o processo de incineração como método de tratamento do lixo com o objetivo de reduzir seu volume e recuperar sua energia, o poder calórico inferior do lixo deve ser revisto usando as seguintes normas:

- Pi para incinerar o lixo sem combustível auxiliar - quando menos de 1 000 kcal/kg
- Pi para recuperar energia - quando menos de 1 500 kcal/kg

10. Método para determinar sólidos voláteis e cinzas (referência 2)

Equipamento

- Uma estufa para secagem
- Uma balança analítica
- Um frasco secador grande ou secador de vidro
- Cadinhos de porcelana
- Uma estufa de mufla com pirômetro indicador e controle da temperatura por reostato (deve-se alcançar temperaturas de 650 °C).

Procedimento

- Transferem-se cerca de 5 gramas de resíduos secos e moídos da amostra em um cadinho previamente incinerado e tratado (W_1);
- Torna-se a secar os resíduos no cadinho a 75 °C na estufa para secagem durante duas horas.
- Retira-se o cadinho da estufa e deixa-se esfriar no frasco secador.
- Pesa-se o cadinho (W_2) e determina-se o peso líquido seco da amostra ($W_2 - W_1$).
- Coloca-se o cadinho na estufa de mufla, fria, e em seguida aumenta-se a temperatura da estufa gradualmente até 650 °C e mantém-se essa temperatura durante duas horas.
- Retira-se o cadinho da estufa e deixa-se esfriar no frasco secador.
- Pesa-se o cadinho (W_3) e determina-se o peso das cinzas ($W_3 - W_1$).

Cálculos

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

11. Método de análise para determinar o enxofre (referência 1)

Equipamento

- Chapa quente ou outra fonte de calor
- Cadinhos de porcelana
- Mufla (de 600 °C a 900 °C)

- Estufa para secagem
- Secador de vidro
- Balança analítica
- Vasos de precipitado (250 e 400 ml)
- Papel-filtro (Whatman n.º 41 e 42)
- Vidros de relógio estriados
- Pipetas volumétricas.

Reagentes

- Água para lavagem
- Indicador laranja de metila; 1 ml de solução saturada de laranja de metila por litro de água destilada
- Hidróxido de amônia concentrado
- Ácido clorídrico concentrado
- Solução de água brometada concentrada
- Solução de cloreto de bário a 10%.

Procedimento

- Recolhe-se o lavado da bomba após a combustão da amostra (prova do poder calorífico) que não pese mais que um grama. Lembre-se que se deve lavar até que não se observe reação ácida adicional e assegurar-se de que se acrescenta todo o precipitado ao vaso que recolhe o lavado.
- Titula-se o lavado com uma solução-padrão de carbonato de sódio (0,0725N) para determinar a correção ácida.
- Depois da neutralização, acrescenta-se 1 ml de hidróxido de amônia concentrado (NH_4OH), esquentando-se a solução até ferver e filtra-se através de papel-filtro rápido (Whatman n.º 41) dentro de um vaso de precipitado de 400 a 600 ml.
- Lavam-se o papel-filtro e os resíduos com água destilada quente.
- Acrescenta-se água suficiente ao vaso de precipitado, de modo que o volume total da solução seja aproximadamente de 250 ml.
- Neutraliza-se a solução com HCl concentrado e acrescentam-se 2 ml em excesso.
- Acrescentam-se 10 ml de água brometada saturada.
- Evapora-se a solução para aproximadamente 200 ml sobre uma chapa quente ou outra fonte de calor.
- Acrescentam-se lentamente à solução 10 ml de cloreto de bário a 10%, agitando-a por dois minutos.

- Tampa-se o vaso do precipitado com um vidro de relógio estriado e reduz-se o volume para 75 ml em uma chapa quente ou outra fonte de calor.
- Deixa-se que o precipitado sedimente e esfrie. Lembre-se que o período de esfriamento poderá ser de uma a 12 horas, dependendo da amostra analisada.
- Filtra-se o precipitado através de um papel-filtro (Whatman n.º 42).
- Lava-se o papel-filtro com água destilada quente até assegurar-se de que ele está livre de cloretos.
- Transfere-se o papel-filtro contendo o precipitado para um cadinho previamente seco e pesado.
- Seca-se e carboniza-se o papel-filtro a temperatura baixa sem que queime.
- Coloca-se o cadinho em uma mufla e eleva-se a temperatura para 600 °C. O cadinho deverá permanecer nessa temperatura por duas horas na mufla.
- Esfria-se em um secador de vidro até alcançar a temperatura ambiente.
- Pesa-se de novo o cadinho.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Cálculos

12. Medidas de segurança no trabalho de análise de amostras

Aplicam-se as mesmas medidas de segurança que foram indicadas na página 24 deste guia.

13. Referências bibliográficas

1. Torre Quiroga, M. de la. 1973. *Los residuos sólidos en un hospital del Servicio Nacional de Salud; informe técnico*. Santiago, Servicio Nacional de Salud.
2. Sakurai, Kunotishi. *Aspectos básicos del servicio de aseo; análisis de residuos sólidos; manual de instrucción*. Lima, CEPIS, 1981.
3. Tello Espinoza, Carmen del Pilar. *Diagnóstico preliminar de la situación de los residuos sólidos hospitalarios en Lima metropolitana*. Lima, CEPIS, 1991.