

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

PROGRAMA DE CURSOS DE EXTENSÃO

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE
SAÚDE : REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Aluno: JEOVÁ FERREIRA DE LIMA

Monografia apresentada ao Programa de Cursos de Extensão da Faculdade de Engenharia Mecânica como requisito parcial à obtenção do Certificado de Especialização em Gestão Ambiental.

Orientador: Eng.º José Arnaldo Gomes

CAMPINAS - SP

Fevereiro/2001

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos:

À CETESB por ter possibilitado minha participação como bolsista neste curso.

Aos colegas da CETESB pelas sugestões no desenvolvimento deste trabalho.

À minha esposa Maria das Graças Novaes Lima, pela ajuda na organização e digitação de parte deste trabalho.

Ao Eng.º José Arnaldo Gomes, pela paciência, compreensão e orientação deste trabalho.

INDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. DEFINIÇÃO	8
3. CLASSIFICAÇÃO	9
4. GERENCIAMENTO	11
4.1. Segregação	12
4.2. Acondicionamento	13
4.3. Coleta	13
4.3.1. Coleta interna	13
4.3.2. Coleta externa	14
4.3.3. Funcionários envolvidos na coleta	15
4.3.3.1. Treinamento.....	15
4.3.3.2. Vigilância Sanitária	16
4.4. Armazenamento	16
4.4.1. Salas de material sujo	16
4.4.2. Abrigo de resíduos	17
4.5. Transporte	18
4.6. Formas de tratamento e disposição final	19
5. PREVENÇÃO À POLUIÇÃO	20
6. TRATAMENTO	23
6.1. Desinfecção por fervura em água	22
6.2. Tyndalização ou esterilização fracionada	23
6.3. Esterilização a vapor em autoclaves (autoclavagem)	23

6.4. Esterilização por aquecimento seco	28
6.5. Esterilização por radiação ionizante	29
6.5.1. Radiação gama	30
6.5.2. Eletro-aceleradores (emissão de raios catódicos)	31
6.6. Esterilização Não-ionizante	32
6.6.1. Radiação ultravioleta	31
6.6.2. Microondas	32
6.7. Tratamento com desinfetantes	32
6.7.1. Hydropulping	33
6.8. Desinfecção por gases ou vapores químicos	34
6.9. Encapsulamento de resíduos	35
6.10. Incineração	35
6.10.1. Incineração convencional	38
6.10.2. Incineração em fornos de cimento (co-processamento)	40
6.10.3. Incineração a laser	40
6.10.4. Incineração com infra-vermelho	41
6.11. Pirólise	41
6.11.1. Pirólise por arco (tocha) de plasma	43
6.12. Tecnologias oferecidas para utilização imediata no Brasil	45
7. DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS NO SOLO	45
7.1. Aterros Sanitários	45
7.2. Disposição em valas com cal	45
8. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE - PGRSS	47
8.1. Itens do Plano de Gerenciamento	47
8.1.1. Identificação do estabelecimento prestador de serviços de saúde	47
8.1.2. Características dos resíduos gerados	47
8.1.3. Geração e fluxo dos resíduos	47

8.1.4. Manuseio e acondicionamento	48
8.1.5. Armazenamento	48
8.1.6. Coleta interna	49
8.1.7. Tratamento intra-unidade	49
8.1.8. Triagem de materiais recicláveis	49
8.1.9. Coleta externa	50
8.1.10. Tratamento extra-unidade.....	50
8.1.11. Destino final	50
8.1.12. Saúde e Segurança do trabalhador	50
8.1.13. Cronograma de implantação do PGRSS	51
8.2. Da aprovação do plano de gerenciamento	51
8.3. Das responsabilidades do estabelecimento	51
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
10.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO I - Tabela referente a geração de resíduos em dois hospitais de São Paulo	57
ANEXO II - Símbolo de risco biológico	69
ANEXO III - Listagem de leis e normas técnicas	61

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos provenientes das atividades humanas que podem ser caracterizados por tudo que não encerra mais valor de uso a quem o produziu, ocupam papel importante na nossa sociedade, pelos problemas causados, principalmente quanto à sua disposição.

Os resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS), mesmo sendo uma pequena parcela dos resíduos sólidos domésticos urbanos, possuem um grande potencial de risco à saúde pública, principalmente por suas características de virulência, infectividade e concentração de patógenos, cujo manejo impróprio pode acarretar a disseminação de doenças infecto-contagiosas, devido ao caráter infectante de algumas de suas frações componentes que na grande maioria dos casos não são adequadamente tratados, isto é, não têm destinação adequada.

Representam ainda, um risco potencial à saúde ocupacional devido à manipulação desses resíduos pelo gerador, médicos, pessoal de limpeza, pessoal de coleta e usuário do serviço, produzindo aumento da taxa de infecção hospitalar. Além dos riscos à saúde dos funcionários e da comunidade que assiste aos estabelecimentos de saúde, cabe destacar que o manejo deficiente desses resíduos pode ser a causa também de situações de prejuízo ambiental que ultrapassam os limites dos estabelecimentos geradores causando incômodos e submetendo a riscos alguns setores da população, que direta ou indiretamente, são expostos ao contato com materiais infectantes ou contaminantes quando do seu transporte para fora do local de geração, para a sua destinação final.

A presença de materiais perfurantes, cortantes e existência de eventual quantidade menores de substâncias tóxicas, inflamáveis e radioativas, contribuem para o incremento dos riscos e problemas que podem acarretar tanto dentro como fora do estabelecimento que o gerou.

Atualmente se o uso de materiais descartáveis nesses estabelecimentos, tem representado melhores condições de serviços, pela praticidade e segurança, em contrapartida, têm acarretado, na geração, de um maior volume de resíduos.

Na maioria das cidades brasileiras, os resíduos sólidos de serviços de saúde não recebem nenhum tratamento especial, tendo como destino final o mesmo local utilizado para descarte dos demais resíduos sólidos urbanos. Estes locais, geralmente são constituídos por lixões a céu aberto ou aterros mal operados e poucos possuem licença de operação do órgão ambiental responsável. Em alguns casos esses resíduos são dispostos em valas em separados dos resíduos

comuns.

De acordo com o Inventário de Resíduos de 1999, publicado pela CETESB - Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2000), para 645 municípios, tem-se um total de 596 instalações de destinação final de resíduos no Estado, sendo 592 aterros ou lixões e 4 usinas de compostagem. Do total de municípios, temos: 324 em condições irregulares, 136 em situação controlada e 183 em condições adequadas. O relatório conclui que 50,4% dos municípios encontram-se em situação inadequada, podendo-se dizer que 77% em peso dos resíduos são destinados de forma controlada ou adequada. Observou-se ainda, que de 1988 para 1999, houve uma redução de 6% nos municípios em situação inadequada, e um aumento superior a 10% naqueles em condições adequadas, fato extremamente positivo.

Devido ao mau gerenciamento, isto é, quando não tratados e dispostos inadequadamente em lixões a céu aberto e cursos d'água, os resíduos podem acarretar a contaminação de mananciais, superficiais e subterrâneos, utilizados para consumo humano.

O gerenciamento adequado dos resíduos de serviços de saúde é um instrumento capaz de minimizar ou até mesmo impedir os efeitos adversos por eles causados, do ponto de vista sanitário, ambiental e ocupacional.

Este trabalho tem como objetivo, através do gerenciamento, orientar o gerador a manipular, tratar e dispor adequadamente os Resíduos de Serviços de Saúde, em qualquer de sua forma (sólido, líquidos ou gasosos), de modo que o impacto ao meio ambiente seja o menor possível.

Foi introduzido o capítulo de Prevenção à poluição (P2), que tem como objetivo principal apresentar a alternativa da redução de poluentes na fonte, contribuindo para a diminuição da quantidade de resíduos gerada, além de oferecer importantes benefícios econômicos.

No capítulo 7, encontra-se o roteiro para elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), de acordo com RESOLUÇÃO CONJUNTA SS/SMA/SDJC-1 de 29.06.98.

2. DEFINIÇÃO

Resíduos de Serviços de Saúde podem ser definidos como aqueles provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados; provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e os provenientes de barreiras sanitárias. Estes resíduos, devido às suas características, são considerados pela legislação como de responsabilidade dos geradores, em muitos casos, as municipalidades assumem a responsabilidade pela sua coleta e disposição final. Devido a sua patogenicidade são classificados como de classe I, perigosos, conforme NBR 10.004 - Resíduos Sólidos: Classificação, da ABNT (1987).

Quanto a composição dos R.S.S, pode-se afirmar que é influenciada por uma série de fatores que envolvem condições sociais do gerador, condições climáticas, sazonais, hábitos e costumes, entre outros. Desta forma, pode variar de unidade para unidade, dentro de um mesmo estabelecimento, bem como de estabelecimento para estabelecimento.

No Anexo I, são apresentados alguns dados, coletados pela CETESB em 1990 referentes às quantidades em (%) de diversos materiais em dois hospitais no município de São Paulo.

3. CLASSIFICAÇÃO

São várias as classificações possíveis para os R.S.S, conforme os parâmetros que se adotem e os objetivos a que se destinem.

A classificação adequada deve ser abrangente, atendendo o maior número possível das necessidades de cada fase; deve, também promover a integração destas fases através de uma padronização.

O modelo de classificação apresentado a seguir é baseado na Norma da ABNT nº 12808, e na RESOLUÇÃO CONAMA nº 5 de 5 de agosto de 1993.

CLASSE A - RESÍDUOS INFECTANTES

Tipo A.1- BIOLÓGICO

Cultura inócuo, mistura de microrganismos e meio de cultura inoculado proveniente de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer contaminados por estes materiais.

Tipo A.2 - SANGUE E HEMODERIVADOS

Bolsa de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostra de sangue para análise, soro, plasma, e outros subprodutos.

Tipo A. 3 - CIRÚRGICO, ANATOMOPATOLÓGICO E EXSUDATO

Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais.

Tipo A.4 - PERFURANTE OU CORTANTE

Agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.

Tipo A.5 - ANIMAL CONTAMINADO

Carcaça ou parte do animal inoculado, exposto à microorganismos patogênicos ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.

Tipo A.6 - ASSISTÊNCIA AO PACIENTE

Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.

CLASSE B - RESÍDUO ESPECIAL

Tipo B.1 - REJEITO RADIOATIVO

Material radioativo ou contaminado, com radionuclídeos proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia. (Ver Resolução CNEN - NE-6.05)

Tipo B.2. RESÍDUO FARMACÊUTICO

Medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado.

Tipo B.3 - RESÍDUO QUIMÍCO PERIGOSO

Resíduo tóxico corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10.004 - Resíduos Sólidos: classificação.

CLASSE C- RESÍDUO COMUM

Todos aqueles que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública, por exemplo: resíduo da atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins e restos alimentares que não entraram em contato com pacientes.

4. GERENCIAMENTO

O gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, desde a sua geração até a disposição final é de grande importância, quando se quer minimizar o impacto gerado pelos mesmos seja do ponto de vista sanitário, ambiental e ocupacional.

O projeto das instalações de serviços de saúde, que envolve aspectos como localização, armazenamento, caminhos preferenciais para o fluxo de remoção desses resíduos de modo a gerar menor impacto dentro dos locais de geração, é de fundamental importância para o sucesso do gerenciamento, juntamente com outras etapas do programa.

A caracterização quantitativa e qualitativa, de resíduos de serviços de saúde é de primordial importância, para abordar qualquer programa de gerenciamento desses resíduos e de controle das situações de risco derivadas do manejo inadequado dos mesmos.

Portanto, o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde tem como objetivo estabelecer os procedimentos do manejo seguro, os equipamentos, a conscientização e o treinamento adequado, de modo a se trabalhar de forma segura do ponto de vista de saúde pública e do meio ambiente, com esse tipo de resíduo.

Neste trabalho são apresentados os aspectos de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em suas etapas quais sejam: **geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.**

4.1. SEGREGAÇÃO

A segregação entre resíduos perigosos (infectante ou químicos) e resíduo comum deve ser feita no local de origem.

O responsável técnico por um determinado serviço será, também, o encarregado da identificação e da separação dos resíduos, bem como de qualquer tratamento prévio, que deve ser realizado na própria unidade.

FINALIDADE DA SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS

- Racionalizar os custos financeiros dos serviços de saúde e das Prefeituras Municipais, aplicados para coleta, transporte e destino final dos R.S.S.S.
- Proporcionar a recuperação do resíduo reciclável gerado nos serviços de saúde, contribuindo assim com a preservação do meio ambiente.

- Prevenir acidentes ocasionados pela inadequada separação e acondicionamento dos perfuro cortantes.

4.2. ACONDICIONAMENTO

O acondicionamento dos resíduos deve ser efetuado de acordo com as normas existentes, devendo-se portanto consultar Norma ABNT12809 que se refere ao acondicionamento de R.S.S.S e deverá estar de acordo com o tipo do resíduo a ser acondicionado.

REGRAS PARA ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS(1)(10)(12)(14)

? Materiais cortantes ou perfurantes deverão ser embalados em recipiente de material resistente.

? Líquidos deverão estar contidos em garrafas, tanques ou frascos, preferencialmente inquebráveis. Caso o recipiente tenha que ser de vidro, este deverá estar protegido dentro de outra embalagem resistente.

? Sólidos ou semi-sólidos deverão ser embalados em sacos plásticos.

? Perfurantes ou líquidos, já dentro de uma primeira embalagem resistente, deverão ser colocados em sacos plásticos para facilitar o transporte e a identificação.

? Todo resíduo infectante a ser transportado deverá ser acondicionado em saco plástico branco e impermeável utiliza-se o saco para resíduo tipo II, indicado pela NBR 9190, da ABNT. Recomenda-se a utilização de dupla embalagem (um saco contendo um ou mais sacos) para resíduos de áreas altamente infectadas (como unidade de isolamento ou laboratórios) - desta forma, os sacos coletados nestas unidades são colocados dentro de um saco maior, evitando-se o contato com o lado externo do primeiro saco e garantindo-se maior segurança contra vazamento.

? Os resíduos especiais têm de ser embalados de forma segura, compatível com suas características físico-químicas. A padronização dessas embalagens e a forma de identificação deverá ser objeto de um estudo complementar semelhante ao realizado pela ABNT para resíduo infectantes.

? Os resíduos comuns deverão ser embalados em sacos plásticos para resíduo domiciliar, de qualquer cor (utiliza-se o saco para resíduo tipo I, indicado pela NBR 9190, da ABNT).

? Os sacos deverão ser totalmente fechados, de tal forma a não permitir o derramamento do conteúdo, mesmo que virados com a boca para baixo; uma vez fechados, precisam ser mantidos íntegros até o processamento ou destinação final do resíduo. Caso ocorram rompimentos freqüentes dos sacos, dever-se-á verificar a qualidade do produto ou os métodos de transportes utilizados. Não se admite abertura ou rompimento do saco contendo resíduo infectante, sem prévio tratamento.

? Uma vez que a identificação do tipo de resíduo se faz através da cor do saco, é fundamental que se utilize a embalagem adequada, evitando-se a falta de sacos por falha no fornecimento. Assim, há que se manter sempre um estoque de segurança compatível com a oferta do mercado, com o sistema de compras do estabelecimento e com a quantidade necessária para atender à geração de resíduos do estabelecimento.

? A utilização de saco inadequado para o tipo de resíduo será punível com multa para o estabelecimento ou para o fabricante do saco (caso se constate falha no produto).

4.3. COLETA

A coleta se divide em duas fases: interna e externa

4.3.1. Coleta interna

É aquela realizada dentro da unidade. Consiste no recolhimento do resíduo “in loco”, no fechamento dos sacos e no seu transporte até a sala de resíduos.

Os sacos e as lixeiras deverão ter capacidade de acordo com a quantidade de resíduos produzidos e o número previsto de coletas.

O horário da coleta deverá ser programado de forma a minimizar o tempo de permanência do resíduo no local. O melhor horário prevê a coleta após as horas de maior movimento, para não atrapalhar funcionários, pacientes e visitantes.

Recomenda-se, na coleta interna de resíduos infectantes ou especiais, a observância das regras abaixo elencadas:

REGRAS PARA COLETA INTERNA DE RESÍDUOS INFECTANTES(1)(10)(12) (14)

Jamais despejar o conteúdo da lixeira em outro recipiente.

Observar a cor do saco (o saco branco deverá ser sempre substituído por outro saco branco - a não ser por recomendação do chefe responsável pelo serviço ou unidade, no caso de mudança do tipo de resíduo produzido).

As lixeiras para resíduos infectantes deverão ser providas de tampas e identificadas por cor, símbolo ou inscrição (essas lixeiras devem ser lavadas pelo menos uma vez por semana ou sempre que houver vazamento do saco).

A coleta de resíduo infectante, quando em locais onde haja risco de infecção para o paciente, seguirá a esta rotina:

? Observar a cor do saco e utilizar os equipamentos de segurança individual recomendados para aquele tipo de resíduo;

? Fechar totalmente o saco, amarrando-o com arame ou cordão;

? Retirar o saco da lixeira;

? Pelo menos uma vez por dia, levar a lixeira vazia para a sala de utilidades a fim de se proceder à sua lavagem;

? Se houver derramamento do conteúdo, cobrir o material derramado com um pano embebido em desinfetante (por exemplo: hipoclorito de sódio a 10.000 ppm), recolhendo-se, em seguida o material, com uma pá e pano. Proceder-se, depois à lavagem do local e à desinfecção, caso seja necessário. Deve-se usar avental, botas, luvas e máscaras. Utensílios que entrem em contato direto com o material e o pano deverão passar por desinfecção posterior.

? Colocar um saco novo, fixando-o firmemente nas bordas da lixeira.

4.3.2. Coleta externa

Baseia-se no recolhimento do resíduo nas unidades, transportando até o abrigo de resíduos para coleta municipal ou tratamento prévio.

Durante a coleta externa o resíduo infectante ou especial poderá ser transportado juntamente com o resíduo comum, desde que embalado em saco branco leitoso, atendendo as Normas ABNT vigentes. O resíduo infectante a ser transportado fora da unidade deverá estar em carro fechado, com caçamba estanque, que não permita o vazamento de líquidos (vide normas ABNT 12809 e 12810).

REGRAS PARA O TRANSPORTE DE RESÍDUOS(1)(10)(12)(14)

? Os roteiros e horários deverão ser fixos e estabelecidos em uma rotina de conhecimento geral.

? Deve-se evitar o cruzamento de material sujo com material limpo e a circulação por áreas ocupadas por muitas pessoas (como elevadores ou corredores cheios), recomendando-se a utilização do elevador exclusivo para material sujo.

? Os carros de resíduos jamais deverão ser deixados em corredores ou áreas de acesso ao público ou pacientes. Os carros ficarão, quando fora da unidade, na área de lavagem e higienização; quando dentro da unidade, permanecerão na sala de material sujo.

? Para maior segurança, recomenda-se o uso de carros pequenos, que permaneçam nas salas de material sujo. No momento da coleta, um carro vazio e higienizado substituirá o carro cheio, que irá diretamente para o abrigo de resíduos, onde será esvaziado e higienizado, seguindo para a próxima unidade. Este procedimento evita que o carro cheio de resíduo circule por várias unidades.

? Qualquer derramamento de resíduo durante a coleta ou transporte deverá ser seguido de interdição da área e higienização da mesma,

? Sistemas automáticos ou semi-automáticos para transporte de resíduos, tais como, montacargas verticais ou horizontais, são recomendáveis, desde que de uso exclusivo para material sujo devidamente embalado em sacos plásticos (ver pormenores de instalação na portaria HS n.º 400, de 6 de dezembro de 1977 - normas e padrões de construções e instalações de serviços de saúde).

? Tubos de queda para resíduos são proibidos.

4.3.3. funcionários envolvidos na coleta

Os cuidados com o pessoal envolvido na coleta agrupam-se em duas modalidades: fumar e vigilância sanitária.

4.3.3.1. Treinamento

O treinamento deverá ser realizado por ocasião do ingresso do funcionário em reciclagem periódica e também durante o serviço. Um programa de treinamento precisa conter os seguintes pontos básicos:

- Generalidades sobre microrganismos.
- Informações básicas sobre infecções.
- Princípios de infecção hospitalar.
- Funcionamento e organização das principais unidades.
- Prevenção de infecções - higiene pessoal, equipamento de proteção individual, cuidados básicos, etc.
- Conhecimento da simbologia e códigos utilizados, materiais e áreas de risco.
- Uso e limitações dos desinfetantes.
- Riscos específicos na manipulação dos resíduos infectantes, especiais e comuns.
- Noções sobre o funcionamento de serviço, chefia e supervisão, rotinas, procedimentos, situações de emergência, notificação de acidentes, direitos e deveres dos trabalhadores, funcionamento da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e da Comissão de Controle de infecção Hospitalar, segurança contra incêndios, etc.
- Primeiros socorros (noções básicas)

4.3.3.2. Vigilância Sanitária

A vigilância médico-sanitária tem por objetivo a prevenção de doenças profissionais e atua evitando a admissão de funcionários não compatíveis com a função e fazendo acompanhamento periódico do pessoal contratado, para diagnóstico precoce de quaisquer anormalidades.

4.4. ARMAZENAMENTO

Armazenamento se refere à guarda temporária de resíduos, que precede a remoção pela coleta externa, ou para tratamento no próprio estabelecimento.

4.4.1. Salas de Material Sujo

Recomenda-se que todas as unidades tenham local exclusivo para o armazenamento de resíduos nas unidades onde são produzidos resíduos infectantes e onde haja permanência de pacientes suscetíveis de adquirir infecção hospitalar, a existência da sala de material sujo é de maior importância.

As seguintes características são necessárias para construção da sala de material sujo:

- Área mínima de 4 M² (prevendo-se área para o carro de coleta);
- Pisos e paredes de material liso, resistente e lavável;

- Ralo ligado à rede de esgoto;
- Ventilação adequada e telada; e
- Pia.

A existência de sala de utilidades ou de expurgo não desobriga quanto à necessidade da sala de material sujo e vice-versa.

A sala de material sujo é facultativa em pequenos estabelecimentos, quando cada unidade não ultrapassar 80 m². Nesses casos, os resíduos poderão ser encaminhados diretamente ao abrigo de resíduos.

Unidade em que a Sala de Material Sujo é indispensável

- Internação em geral
- Isolamento
- Tratamento intensivo
- Emergência
- Centro cirúrgico
- Centro Obstétrico
- Laboratório de Patologia Clínica
- Hemoterapia
- Hemodiálise
- Anatomia Patológica

4.4.2. Abrigo de Resíduos

A lixeira (ou abrigo de resíduo) é o local onde o resíduo é armazenado até que seja coletado pelo Serviço Municipal ou receba algum tipo de tratamento (ou destinação) no próprio estabelecimento. Todo estabelecimento que produza resíduo infectante ou especial deverá ser dotado de abrigo conforme as características do mesmo. O abrigo deverá ser lavado diariamente após a coleta.

Se houver adoção do sistema de coleta especial exclusiva para resíduos perigosos ou se fizer tratamento de resíduos infectantes no próprio estabelecimento, recomenda-se a utilização de áreas separadas para resíduos infectantes, especiais e comuns.

Características dos Abrigos

- Acesso impedido para pessoas estranhas ao serviço e vedação para insetos e animais. As aberturas deverão ser teladas e as portas precisam fechar totalmente, sem frestas, sendo dotadas de chave para que permaneçam

cerradas até o momento da coleta (a chave poderá ser dispensada quando o abrigo for localizado em área interna e vigiada, de acesso exclusivo de funcionários).

- As entradas dos abrigos deverão exibir advertência e identificação adequadas.
- As superfícies internas, pisos e paredes devem ser de material liso, resistente, lavável e de cor branca.
- Piso com caimento adequado e ralo ligado à rede de esgotos (quando forem utilizados “containers”, o ralo deverá ficar sob seus drenos).
- Torneira para lavagem (recomenda-se o uso de água quente).
- Iluminação abundante dentro e fora da lixeira, principalmente se a coleta for noturna.
- Caso se utilize de sistema de “containers” basculantes, as portas deverão ser amplas o suficiente para permitir sua movimentação.
- As dimensões do abrigo precisarão ser suficientes para abrigar a produção de pelo menos 2 dias (caso a remoção seja diária) ou 3 dias (caso a remoção ocorra em dias alternados), estabelecendo-se, assim, uma margem de segurança para eventual falha no serviço.

Todo abrigo deverá ter uma área para lavagem e higienização dos carros utilizados no transporte de resíduos. A área de lavagem será localizada anexa ao abrigo (admite-se que seja instalado próximo à lavanderia, pois poderá servir também para a higienização dos carros de roupa suja). O acesso do caminhão de coleta deverá ser facilitado, prevendo-se espaço suficiente para manobras junto ao local.

4.5. TRANSPORTE

O transporte do resíduo classificado como comum deve seguir as mesmas recomendações aplicáveis ao resíduo doméstico, atendida a legislação em vigor. O transporte dos resíduos infectantes e especiais para fora do estabelecimento requer, entretanto, cuidados específicos e rígidos controle sanitário.

Sempre que previsto o transporte de resíduos infectantes, este só poderá ocorrer se existirem condições adequadas para acondicionar todo resíduo coletado. (incluídas aqui as condições mínimas de segurança).

Todo pessoal envolvido deverá receber orientação, treinamento e acompanhamento médico semelhante ao recomendado ao pessoal da coleta interna. Rotinas de procedimentos normais e de emergência precisam ser previstas, devendo ser de conhecimento de todos os funcionários do serviço. Tais rotinas serão descritas de forma clara e afixadas em todos os locais de trabalho, inclusive veículos coletores.

As embalagens contendo resíduos infectantes têm de ser mantidas íntegras até o

tratamento ou disposição final. O transporte destes resíduos fora da embalagem original ou o rompimento dela é proibido.

Os veículos que transportarem material infectante deverão ser identificados, usando, para isso, nos 4 lados, o desenho mostrado no anexo II.

Qualquer tipo de veículo poderá ser usado para transporte de resíduos infectantes, desde que seja totalmente fechado e de fácil limpeza em caso de derramamento (tendo, para tanto, acabamento interno liso e impermeável). Carroceiras compactadoras não são recomendadas, pois além de provocar rompimento da embalagem na compactação, dificultam os processos de tratamento (tais como incineração ou desinfecção).

Os veículos usados na coleta de resíduos infectantes não precisam ser exclusivos deste serviço, podendo-se utilizá-los na coleta de resíduo doméstico (desde que observadas as recomendações de transporte em embalagem fechada e lavagem adequada, a ser realizada no fim de cada percurso e sempre que houver derramamento).

Quanto aos resíduos especiais, as recomendações para seu transporte deverão ser objeto de um estudo específico. Para o transporte de grandes quantidades de resíduos especiais, a autoridade responsável pelo trânsito local deverá ser consultada, a fim de se determinar as condições em que o transporte poderá se efetuar com segurança.

4.6. FORMAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

Considera-se como tratamento adequado para resíduos de serviços de saúde qualquer processo que garanta a esterilização do mesmo antes de ser disposto no solo (Vide Resolução CONAMA nº 5 de 05/08/93).

As formas de tratamento e disposição final, são abordados com mais detalhes nos capítulos 6 e 7.

5. PREVENÇÃO À POLUIÇÃO

A Prevenção à Poluição (P2), por meio da técnica de redução de resíduos na fonte geradora, apresenta importantes benefícios econômicos quando da redução da toxicidade e/ou a quantidade de resíduos perigosos, evitando a necessidade de se despendem grandes investimentos na etapa de gerenciamento de resíduos.

Medidas de redução na fonte incluem modificação no processo ou equipamento, substituição de materiais, mudanças na prática de gerenciamento, administração interna do suprimento e aumento na eficiência nos equipamentos e processos. As melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa, com base nas técnicas de redução de poluição na fonte, poderão permitir a redução no consumo de energia, água e outros recursos naturais.

A hierarquia do gerenciamento de resíduos, que deve ser seguida, consiste em:

redução na fonte;
reciclagem no local;
reciclagem fora do local;
tratamento; e
disposição final

A minimização de resíduos significa a redução, na extensão que pode ser praticada, do resíduo perigoso gerado, antes de ser tratado, armazenado ou disposto, que pode ser considerada a redução do volume gerado ou mesmo a redução da toxicidade dos resíduos perigosos.

Considerando que aproximadamente 20 a 30% dos resíduos gerados nos serviços de saúde são considerados infectantes**(10)**, é importante se propor a segregação dos mesmos na fonte geradora, com objetivo de redução do volume gerado.

Esse processo de minimização com a segregação, irá beneficiar etapas posteriores, visto que o volume a ser tratado e disposto poderá ser reduzido em aproximadamente em 70%, pois o não poderá ter uma disposição final semelhante aos resíduos classificados como comuns, sem tratamento prévio **(10)**. Para tanto é necessário o conhecimento das fontes, causas e fatores de controle que influenciam e intensificam a geração de resíduos.

A implantação de programa de prevenção à poluição em estabelecimento de saúde irá beneficiar à saúde pública, meio ambiente e ao gerador (empresário), uma vez que seus custos para a disposição dos resíduos gerados serão

reduzidos, em função do seu volume.

O comprometimento da direção da empresa é decisivo para o sucesso da implementação de um programa de Prevenção à Poluição. É também essencial que, todas as pessoas que não estejam diretamente envolvidas no planejamento e execução do programa, sejam sistematicamente informadas do seu andamento, para que possam assimilar todas as mudanças resultantes dessa implantação.

Deve-se elaborar programas de treinamento técnico para o pessoal envolvido, que enfatize a Minimização de Resíduos, e inclua, participação em conferências externas, encontros técnicos, seminários, workshops etc.

O programa de Prevenção à Poluição, representa um processo de aprimoramento contínuo, ou seja, ao final do programa novas metas são estabelecidas, reiniciando novamente o ciclo de implementação.

6. FORMAS DE TRATAMENTO

Atualmente, além da incineração e esterilização a vapor que são os métodos mais conhecidos, existem várias técnicas e métodos alternativos aplicados ao tratamento de resíduos de serviços de saúde, os quais podem, na maioria dos casos, tornar esses resíduos aceitáveis para disposição em aterros sanitários comuns, juntamente com os resíduos domiciliares; tais métodos são:

- Fervura em água;
- Tyndallização ou esterilização fracionada;
- Esterilização a vapor em autoclaves;
- Esterilização por aquecimento seco;
- Esterilização por radiação ionizante;
- Esterilização por radiação não ionizante;
- Desinfecção por substâncias químicas na forma líquida;
- Desinfecção por gases ou vapores químicos; e
- Encapsulamento; e
- Incineração.

Estes métodos pressupõem a necessidade da implantação de segregação de resíduos intra-hospitalares, uma vez que necessitam maior homogeneidade quanto ao tamanho de seus constituintes, inviabilizando, por exemplo, o tratamento de resíduos contendo carcaças de animais, peças anatômicas, etc., além de elevar os custos de investimento operacional, pelo aumento do volume a ser tratado.

Para assegurar a efetiva eficiência de cada método, torna-se necessária a elaboração de um programa que vise o adequado gerenciamento dos resíduos e a capacitação de mão-de-obra a ser utilizada no manuseio dos mesmos.

6.1. DESINFECÇÃO POR FERVURA EM ÁGUA(12)

Considerando que como já comprovado experimentalmente, uma vez que a resistência ao calor dos endósporos bacterianos é provavelmente, em parte, causada pela quase completa ausência de hidratação nos mesmos, o uso de

fervura para desinfecção de materiais e para preservação de alimentos é muito simples. É necessário lembrar que endósporos bacterianos (família Bacillaceae) podem permanecer vivos, mesmo após horas de fervura.

Para finalidades domésticas comuns de desinfecção (não esterilização), 5 (cinco) minutos de fervura são geralmente suficientes, uma vez que a água quente entra em contato com os microrganismos e não, meramente, com as superfícies externas dos materiais contaminados.

Fervura em água não deve ser utilizada quando se deseja obter esterilização, principalmente, em altitudes muito elevadas, onde o ponto (temperatura) de ebulição é menor.

6.2. TYNDALLIZAÇÃO OU ESTERILIZAÇÃO FRACIONADA(12)

Este é um processo de esterilização desenvolvido por John Tyndall e consiste em submeter os resíduos a aquecimento por vapor a 100°C, durante alguns minutos, repetindo-se a operação de 3 a 4 vezes, em intervalos de 24 horas. Dessa forma, os esporos resistentes tornam-se células vegetativas ativas e vulneráveis, sendo facilmente destruídas pelo novo aquecimento.

Na Tyndallização, utiliza-se vapor vivo, ou livre, geralmente em um "container" levemente tampado, que o reterá sem gerar pressão. É importante lembrar que a água fervente e o vapor livre, nunca atingirão temperatura superior a 100°C (212°F).

A vantagem deste método é não exigir aparatos especiais, e a desvantagem principal é o enorme tempo requerido para a finalização do processo(12)

6.3. ESTERILIZAÇÃO A VAPOR EM AUTOCLAVES (AUTOCLAVAGEM)(12)

A esterilização à vapor é um dos métodos preferidos para a esterilização de certos materiais contaminados por microrganismos patogênicos. O mais antigo e conhecido agente esterilizante é o calor, que pode ser seco ou úmido.

O calor úmido inclui vapor saturado ou água fervente. Embora água fervente, em pressão ambiente, não seja um bom agente esterilizante, devido a sua temperatura relativamente baixa, tem como principal vantagem a facilidade de obtenção. O vapor sob pressão é barato, tem bom poder de propagação e esteriliza rapidamente as superfícies.

O processo em que se aplica vapor saturado sob pressão superior à atmosférica com a finalidade de se obter esterilização é conhecido por autoclavagem. Esta

pode ser efetuada em autoclave convencional ou de exaustão do ar por gravidade ou em autoclave por alto vácuo.

A autoclavagem é comumente utilizada para esterilização de materiais, tais como: vidrarias, instrumentos cirúrgicos, meios de cultura, roupas, alimentos, etc. As condições operacionais exigidas para uma eficiente esterilização, no processo de autoclavagem de artigos hospitalares, segundo o manual de controle de infecção hospitalar do Ministério da Saúde, estão apresentados na tabela a seguir:

TABELA 1 - TEMPOS MÍNIMOS DE EXPOSIÇÃO (EM MINUTOS) PARA ESTERILIZAÇÃO DE ARTIGOS HOSPITALARES, PELO VAPOR SATURADO SOB PRESSÃO, EM AUTOCLAVES, SEGUNDO A TEMPERATURA E A PRESSÃO

ARTIGOS HOSPITALARES	TEMPERATURA E PRESSÃO		
	GRAVIDADE 121 °C	132 °C	ALTO VÁCUO 132 °C
ESCOVAS DE FIBRAS SINTÉTICAS Embrulhadas individualmente em papel ou campo de algodão cru	30	15	4
ROUPAS Embrulhadas em campo de algodão cru	30	15	4
INSTRUMENTOS METÁLICOS Em bandejas metálicas embrulhadas em campos de algodão cru Embrulhados individualmente em papel ou campo de algodão cru	30 30	15 15	4 4
AGULHAS OCAS COM LUME ÚMIDO Embaladas em tubos de vidro com tampa de algodão	30	15	4
LUVAS DE BORRACHA Embrulhadas em papel ou campo de algodão cru	20	-	4
CATETERES, DRENOS E TUBO DE BORRACHA COM LUME ÚMIDO Embrulhados individualmente em papel ou campo de algodão cru	30	15	4
BANDEJAS, CUBAS E OUTROS ARTIGOS SEMELHANTES Embrulhadas em campos de algodão cru	30	14	4
FIOS DE SUTURA, DE SEDA, ALGODÃO OU DE NÁILON Embrulhados em papel ou campo de algodão cru	30	15	4
FIOS DE METAL EM BOBINA Embrulhados em papel ou campo de algodão cru	30	15	4
SERINGAS DE VIDRO DESMONTADAS Embrulhadas individualmente em papel ou campo de algodão cru	30	15	4
LÂMINAS DE CORTE, SERRAS, TESOURAS Embrulhadas individualmente em papel ou musselina Não embrulhadas, em caixas metálicas	30 15	10 3	4 4
LÍQUIDOS EM FRASCOS 75 - 250 ml 500 - 1000 ml 1500 - 2000 ml	20 30 40	- - -	- - -

Fonte: CETESB - Formas de Tratamento e/ou Disposição de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde. São Paulo, 1995.

Além do emprego de autoclavagem para esterilização dos artigos hospitalares citados anteriormente, esta tecnologia vem sendo utilizada, de maneira crescente, nos países desenvolvidos para a esterilização de resíduos infectantes de serviços de saúde.

Com a utilização deste processo e a conseqüente esterilização dos resíduos, estes passam a possuir características de infectividade semelhantes às do resíduo domiciliar, podendo, desta maneira, serem descartados em aterros sanitários comuns. Deve-se ressaltar que para o uso desta tecnologia, os estabelecimentos geradores devem, necessariamente, implantar programas de minimização de resíduos na fonte com a segregação de resíduos infectantes, reduzindo os custos de investimento necessários e facilitando o seu gerenciamento.

Sabe-se através da bibliografia internacional, que o tratamento destes resíduos por autoclavagem é eficiente desde que os mesmos sofram uma preparação prévia para sua homogeneização, de maneira a permitir que o vapor consiga atingir toda sua superfície, sem que haja barreiras à propagação do calor(cetesb) **(12)**.

Os resíduos infectantes quando embalados em sacos plásticos podem conter ar interno, o que prejudicará o acesso do vapor. A presença de ar pode impedir uma autoclavagem efetiva, ocasionando:

- Redução da temperatura efetiva do vapor;
- Heterogeneidade de temperatura dentro da câmara;
- Pouca transferência de calor; e
- Inibição de penetração de vapor nos materiais porosos.

Caso sejam utilizados sacos plásticos, estes devem ser de materiais compostos de polietileno e poliamida que resistem a altas temperaturas e têm boa permeabilidade ao vapor⁽¹²⁾, para assegurar uma penetração rápida e segura do vapor no resíduo.

É necessário que seja efetuado monitoramento com indicadores de esterilidade biológica (*Bacillus sthearothermophilus* e *Bacillus subtilis*, por exemplo), bem como controle da temperatura e pressão para que não haja problemas de operação, assegurando uma completa esterilização do material.

Em autoclaves com agitação por rotação de tambor interno, a descontaminação é feita a pressão de 1,7 - 7,0 kg/cm² e temperatura de 146 - 149°C. Com a agitação há o rompimento de frascos de vidros e outras embalagens, facilitando a penetração do vapor na massa de resíduo.

Segundo(12) outros trabalhos na bibliografia internacional referentes à autoclavagem de resíduos, levantaram-se os seguintes dados:

O tamanho da carga, o material e o tipo de acondicionamento do resíduo afeta o tempo requerido para a completa esterilização do material. Para assegurar 99,9999 % de redução no número de esporos viáveis de *Bacillus sthearothermophilus* é a esterilização do resíduo por 12 min em contato com o vapor saturado a 121°C. Entretanto, alguns trabalhos demonstraram que a operação de uma autoclave a esta temperatura, por 15 a 20 min, pode não ser suficiente para atingir a esterilização. Recomenda-se um período de 45 min ou mais para um resíduo acondicionado em sacos e "containers" de aço, com adição de água para facilitar a penetração do vapor.

O vapor ideal para esterilização é o 100% saturado, sem a presença de água na forma de névoa. A pressão é o meio de se obter a alta temperatura necessária para a rápida eliminação dos microrganismos. As duas temperaturas mais comuns para esterilização a vapor são 121°C e 132°C. Períodos de exposição conhecidos para esterilização de materiais hospitalares embalados, são: 30 min a 121°C e 4 min a 132°C, em autoclave de exaustão a vácuo.

Outros fatores que têm influência no efetivo processo de autoclavagem, além do tipo de resíduo a ser autoclavado, são: a adição de água, o volume do material e a densidade do mesmo. Cada um destes fatores tem influência na propagação de calor no material e, conseqüentemente, na destruição completa de patógenos.

A maior vantagem do sistema de esterilização por autoclavagem é que o processo tem sido usado por muitos anos em hospitais para quantidades pequenas de resíduos e para esterilização de instrumentos e "containers" sendo que estes, portanto, já estão familiarizados com a operação das unidades. A segunda vantagem é que o sistema é eficiente e apresenta bom grau de segurança na esterilização, se corretamente operado. A desvantagem deste processo é que os resíduos não mudam na aparência e não ocorre redução no seu volume. O aspecto visual desagradável gera problemas, quando da disposição conjunta com resíduos domiciliares. Estes resíduos podem causar, ainda, dificuldades para se assegurar a relação "tempo/temperatura" necessária de ser mantida na unidade.

Em uma unidade de autoclavagem a alto vácuo com compactação e capacidade de 270 Kg/h de resíduo, são requeridas temperaturas de 126°C a 137°C e ciclos de operação de 35 minutos. Existem, em uso nos E.U.A., cerca de 200 unidades com esta tecnologia, de acordo o "Report for the Recycling Council of Ontario" - Canadá(12).

Para ser eficiente, o método em questão, deve permitir a penetração do vapor e a condução de calor por toda a massa a ser esterilizada, sendo, portanto, impróprio para o tratamento de grandes volumes de resíduos, pois o estado físico e a

espessura do material a ser autoclavado são fatores determinantes para a efetiva execução do processo.

O uso de autoclave exige o desenvolvimento de uma tecnologia razoavelmente sofisticada, devendo esta ser operada por pessoal treinado. Os resíduos assim tratados devem ir para aterro sanitário e jamais serem reciclados, pois não há garantia de destruição dos organismos patogênicos e o líquido condensado deverá ser descarregado no sistema de esgotos sanitários provido de unidade de tratamento.

6.4. ESTERILIZAÇÃO POR AQUECIMENTO SECO(12)

É importante que se tenha em mente que uma coagulação significativa não ocorre sem a presença de umidade. Materiais tratados em fornos tornam-se muito secos, por isso devem atingir temperaturas muito altas (de 165 a 170°C ou 329 a 338°F), a fim de se isentarem de esporos vivos. Costuma-se aplicar 165°C por um período de duas horas (2h) ou mais. Isto não provoca coagulação, porém algo mais efetivo, ou seja, uma fina carbonização.

Um forno comum, como os caseiros, pode facilmente ser usado para a esterilização seca. Uma temperatura moderada (cerca de 330°F) é satisfatória e o aquecimento deve ser mantido por (2h) duas horas, após ser atingida esta temperatura. Papéis de embrulho devem ser levemente tostados, mas sem tornarem-se frágeis; materiais, tais como tecidos finos (musselina) ou barbante devem ficar levemente amarelados pelo calor.

No caso de esterilização de materiais para uso posterior, somente artigos secos não danificáveis por cozimento (recipientes de vidro, bandagens, instrumentos, óleos minerais, petrolatos, talcos e similares) podem ser, então, tratados dessa forma. Soluções contendo água, álcool ou outras substâncias voláteis, obviamente, entrarão em ebulição e se dissiparão.

A eficiência deste tipo de esterilização depende das seguintes precauções:

- A estufa deverá ser aquecida à temperatura indicada, antes da colocação dos artigos;
- Os materiais a serem esterilizados devem ser colocados de forma a permitir que o ar circule livremente na câmara. Esta, conseqüentemente, não poderá ficar completamente lotada; e
- tempo de esterilização deve ser contado a partir do instante em que o termômetro voltar a acusar a temperatura escolhida após a colocação dos artigos na câmara.

A esterilização por calor seco é relativamente lenta e requer temperaturas mais altas de aplicação, sendo mais recomendável para materiais como: óleo, vaselina, instrumentos cirúrgicos e outros. A esterilização deverá ser comprovada com testes químicos (fita adesiva) e biológicos (esporos de *Bacillus sthearothermophilus*). Na tabela 2 a seguir é registrado o tempo de exposição para esterilização de alguns artigos.

TABELA 2 - TEMPOS MÍNIMOS DE EXPOSIÇÃO (EM MINUTOS) PARA ESTERILIZAÇÃO DE ARTIGOS HOSPITALARES, PELO CALOR SECO, SEGUNDO A TEMPERATURA

ARTIGOS HOSPITALARES	TEMPERATURA		
	170 °C	132 ° C	140 °C
SERINGAS Montadas com agulha em tubos com bucha de algodão Embrulhadas em folha de alumínio	120	--	--
FRASCOS, BALÕES E TUBOS DE ENSAIO Tampados com bucha de algodão e embrulhados	120	-	-
AGULHAS OCAS Montadas em tubos com tampa de algodão	120	-	-
AGULHAS DE SUTURA Embaladas em musselina, papel ou folha de alumínio	120	-	-
LÂMINAS DE CORTE (Bisturi, Tesoura, Serras, etc.) Em caixas	120	-	-
VASELINA LÍQUIDA E ÓLEOS EM GERAL Em camadas de 0,5 cm de altura	60	120	-
GAZE VASELINADA Grupos de 20 unidades em caixas metálicas	-	150	-
ÓXIDO DE ZINCO Em camadas de 0,5 cm de altura	-	120	180
SULFAS Em camadas de 0,5 cm de altura	60	120	180

- Escrupulosamente limpos e secos

Fonte: CETESB - Formas de tratamento e/ou Disposição de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde. São Paulo, 1995.

6.5. ESTERILIZAÇÃO POR RADIAÇÃO IONIZANTE(12)

Esterilização por radiação ionizante é um método de esterilização a baixas temperaturas, que tem sido usado para uma grande variedade de produtos médicos (como por exemplo: tecidos para transplantes, drogas e produtos farmacêuticos). Por causa dos altos custos deste método, ele torna-se inviável, quando comparado a alguns outros métodos, porém é adequado para utilização em larga escala.

Os métodos utilizados para aplicação de radiação ionizante no tratamento de resíduos são: a emissão de raios gama, utilizando-se o Cobalto-60 como fonte e a emissão de raios catódicos ou "eletron-beams", utilizando-se, portanto,

eletroaceleradores.

6.5.1. Radiação Gama(12)

Este processo usa as altas energias dos raios gama, emitidos por um radioisótopo sintetizado, Cobalto-60. Os raios gama matam as células microbianas por ionização induzida de componentes celulares. Quando as células são irradiadas, suas moléculas de água são divididas formando produtos conhecidos como radicais livres. Estes radicais livres reagem com ácidos nucléicos e proteínas das células, causando-lhes graves danos. O principal efeito da ionização é a quebra do DNA responsável pelo sucesso da reprodução celular, eliminando, portanto, o potencial de infecção.

Esta tecnologia é utilizada, atualmente, para esterilização de suprimentos médicos, produtos farmacêuticos e alimentos, entre outros, mas não para tratamento de RSSS. Embora este processo de esterilização seja usado desde os anos sessenta, existe somente o relato de um único caso de sua utilização para o tratamento de RSSS, levado a cabo pela Nordion International Inc., de Kanata, Ontário. Essa empresa afirma que o resíduo pode ser tratado na mesma embalagem em que chega na instalação, não sendo necessária nenhuma embalagem adicional, antes ou após o tratamento, uma vez que o raio gama tem alto poder de penetração, e afirma, ainda, que os resíduos, assim tratados, não tornam-se radioativos. Contudo, como o aspecto do resíduo não se altera com o tratamento, este deve ser implementado com triturador e/ou compactador, devido a problemas estéticos.

6.5.2. Eletro-aceleradores (Emissão de Raios Catódicos)(12)

Aceleradores de elétrons, atualmente, são usados para esterilizar suprimentos e equipamentos médicos, produtos farmacêuticos e peças de implante, tais como marcapassos, sendo mais comumente explorados para tratamento de esgoto doméstico. Resíduos infecciosos e patogênicos, destinados a este tipo de tratamento, são coletados em tambores reutilizáveis ou caixas de papelão que, após terem sido classificados e pesados, são depositados em um transportador automático e levados a uma área de processamento protegida, onde os resíduos sofrem uma varredura por um "canhão de elétrons" (equipamento que usa um acelerador de elétrons como fonte geradora e é, mais comumente, conhecido como "eletron-bean"). A velocidade do transportador automático é regulada para que o resíduo fique exposto à varredura por um determinado período de tempo (cerca de 1 a 3 min). Similarmente, a "força" ou intensidade do fluxo de elétrons é controlada com base no tempo de varredura, para que se obtenha total destruição dos patogênicos.

Os resíduos, já esterilizados, são enviados a um moedor/compactador e, então, enviados a um aterro sanitário.

6.6. ESTERILIZAÇÃO POR RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE(12)

Radiações não-ionizantes são radiações eletromagnéticas de frequência igual ou inferior ao U.V. (Ultravioleta). São chamadas não-ionizantes por não possuírem energia suficiente para promover o arrancamento de elétrons dos elementos: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, que são os elementos químicos mais importantes da matéria viva.

A absorção das radiações ionizantes pela matéria viva é um fenômeno químico e não molecular, pois independe da forma como os elementos, anteriormente citados, estão ligados para a formação da matéria. Já a absorção das radiações não-ionizantes, depende totalmente da forma de ligação de tais átomos, nas moléculas do material irradiado.

Quando tecidos biológicos são expostos a ondas eletromagnéticas, a energia irradiante pode ser refletida, absorvida ou, então, simplesmente passar através do tecido, dependendo do sistema biológico e da frequência da radiação.

Os efeitos biológicos causados pela exposição às radiações eletromagnéticas são, usualmente, designados como térmicos e não térmicos.

Os efeitos térmicos são aqueles, cujas alterações são causadas pelo aquecimento do organismo, devido à conversão da maior parte da energia absorvida em calor. Esta conversão ocorre devido à transformação da energia eletromagnética em energia cinética das moléculas, contudo, nem todos os efeitos das radiações eletromagnéticas podem ser explicados pelos mecanismos biofísicos de absorção de energia e conversão em calor.

Os efeitos não-térmicos são aqueles devidos à interação direta do campo eletromagnético da radiação e o organismo. Efeitos genéticos em organismos também foram relatados por alguns pesquisadores.

6.6.1. Radiação Ultravioleta(12)

Quando aplicada adequadamente, luz ultravioleta (UV) é um eficiente microbicida. UV danifica, principalmente, o ácido nucléico, devido à produção de dímeros de timina no DNA, os quais suprimem a duplicação do DNA e podem, ainda, causar mutações. UV destrói esporos menos prontamente do que células vegetativas.

Teoricamente, é viável o uso de radiação UV para o tratamento de RSSS,

entretanto, não se conhece nenhum relato sobre esse tipo de aplicação. Talvez isto seja devido às muitas limitações desta técnica, quando utilizada para este fim. O UV somente esteriliza as superfícies diretamente expostas, pois não possui grandes profundidades de penetração. Muitos micróbios possuem sistemas de reparação de DNA, os quais são estimulados pela luz visível. Porém, alguns microrganismos possuem esse sistema de reparação do DNA que funciona sem a necessidade de estimulação pela luminosidade. Portanto, é possível que a luz UV não consiga destruir todos os microrganismos. É importante lembrar ainda, que o tratamento com UV não altera o aspecto visual dos resíduos, portanto, torna-se difícil julgar apenas por observação visual se o resíduo foi ou não esterilizado ou desinfetado.

6.6.2. Microondas(12)

Neste sistema de desinfecção de RSSS, o resíduo é colocado em um "container" de carga e, então, um guincho automático descarrega o material numa tremonha, no topo do equipamento de esterilização. Antes da abertura da tampa da tremonha, o ar interior é tratado com vapor a alta temperatura e extraído através de um hepafiltro, com objetivo de eliminar potenciais germes patogênicos.

O resíduo é, então, encaminhado a um triturador onde ampolas, seringas, agulhas hipodérmicas e tubos plásticos são transformados em pequenas partículas irreconhecíveis. O material é, então, automaticamente encaminhado a uma câmara de tratamento, onde é umedecido com vapor a alta temperatura (130°C). A mistura pré-aquecida é submetida a uma série de seis (6) geradores de microondas, sendo para tanto, transportada automaticamente por um sistema tipo rosca sem fim. As microondas desinfetam o material por aquecimento, elevando-o a temperaturas entre 95 e 100°C, mantendo-o assim por 30 (trinta) minutos.

Os geradores de microondas têm uma frequência de 2450 Mhz. Segundo a ABB Sanitec Inc., produtora deste equipamento de desinfecção, o rápido efeito das microondas e sua ação de dentro para fora do material, garantem que toda a massa atinja a temperatura requerida, assegurando a desinfecção de cada partícula e reduzindo o material a um quinto do seu volume original. Ainda, segundo essa empresa, o material, assim tratado, possui um poder calorífico igual ao da madeira (900 BTU/lb), podendo ser usado em plantas de geração de energia.

6.7. TRATAMENTO COM DESINFETANTES LÍQUIDOS(12)

A desinfecção química é a inativação do resíduo por adição de quantidades limitadas de produtos químicos líquidos nos mesmos.

Várias substâncias químicas líquidas registradas na EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), são capazes de esterilizar materiais médicos e cirúrgicos, após períodos de exposição de 6 a 10 horas. Há centenas de desinfetantes no mercado e, obviamente, seria impossível discutí-los aqui, mesmo que uma pequena parte. Alguns, mais comumente usados, são: cloro e seus compostos; iodo e iodofósforos; cloreto de mercúrio; nitrato de prata; compostos fenólicos; álcoois (etílico e isopropílico); compostos de amônia quaternária e formaldeído (HCHO).

Um detalhe importante a se enfatizar, é o fato de desinfetantes e anti-sépticos, geralmente, não possuírem uma "finalidade específica", como acontece com alguns antibióticos. A ação dos desinfetantes é indiscriminada. Células de tecidos humanos podem ser danificadas por quase todos os agentes acima listados, dependendo do tempo de contato e da concentração do agente. Para maior conveniência podemos agrupar os desinfetantes líquidos em: halogênios e compostos halogênios; compostos de metais pesados; fenol e seus derivados; álcoois e desinfetantes detergentes.

Alguns pontos positivos da desinfecção química são: a facilidade para tratamento de materiais líquidos e a não exigência de grandes investimentos iniciais, porém, é contra-indicada para resíduos anátomo-patológicos, animais contaminados e para parte do material proveniente de locais de isolamento. Pode ainda ser ineficaz se houver excesso de matéria orgânica, diluição inadequada ou prazo de validade vencido. A desinfecção química não elimina os resíduos, constituindo-se o próprio produto desinfetante em um poluente químico e, ainda, este tipo de processo é muito pouco citado na literatura.

A desinfecção ocorre quando o material do resíduo é volatilizado como resultado da força, a qual expõe todos os patógenos ao desinfetante químico num ambiente controlado.

Os processos de desinfecção química podem ser acrescidos de sistemas mecânicos para moagem e/ou compactação, como no caso do sistema de "Hydropulping", descrito a seguir.

6.7.1. Hydropulping (12)

Este processo de tratamento de resíduos combina moagem com desinfecção química. O RSSS é desinfetado por meio de uma solução desinfetante (por exemplo: hipoclorito de sódio) aspergida sobre o resíduo, enquanto este é triturado. O resíduo tratado é tornado irreconhecível e mais tarde levado a um aterro sanitário. O sistema pode ser montado dentro dos estabelecimentos geradores de RSSS ou em estações centrais.

O processo se inicia quando o resíduo, embalado em um saco plástico, é manualmente colocado sobre uma correia transportadora que o leva ao triturador, onde entra em contato com o desinfetante. O processo de trituração conta, primeiramente, com um moedor, o qual prepara o resíduo para um posterior sistema de moinho de martelos, com lâminas a altas velocidades, granulando finamente o resíduo pré-tratado. Os materiais sólidos, ao saírem do processo de trituração, são continuamente aspergidos com uma solução diluída de hipoclorito de sódio, ao mesmo tempo em que são levados por uma correia transportadora a um tanque de contenção. Durante o transporte, os líquidos envolvidos no processo são descarregados na rede de esgoto. No tanque de contenção, o resíduo permanece em contato com a solução desinfetante por um período final de tempo. Mais tarde, o líquido remanescente é drenado por gravidade, escoando para a rede de esgoto. Os resíduos sólidos, já processados, são então levados a um aterro sanitário.

O volume do resíduo, no final do processo, tem uma redução de aproximadamente 80%, em relação ao volume inicial.

6.8. DESINFECÇÃO POR GASES OU VAPORES QUÍMICOS

Este processo de tratamento se realiza através de um agente químico vaporizado sobre os resíduos numa câmara fechada.

Estudos mais objetivos, realizados nas últimas décadas, têm produzido resultados muito valiosos em trabalhos com gases definitivamente esporicidas, portanto esterilizantes, como por exemplo: formaldeído, óxido de etileno e β -propiolactona. Cloro e dióxido de enxofre, usados antigamente, são também destrutivos e venenosos para os propósitos em geral.

Como agentes esterilizantes, os gases têm as vantagens de não precisarem de aquecimento, nem de serem dissolvidos em água e, ainda, podem ser usados em grandes volumes para a desinfecção de todas as partes de um prédio. Por outro lado, eles só atuam sobre as superfícies expostas, com exceção de objetos feitos de materiais porosos ou permeáveis, e devem ser aplicados sob condições controladas de umidade e temperatura. Tais agentes esterilizantes são, muitas vezes, chamados com certa simplicidade, de esterilizantes.

Esterilização gasosa não é normalmente usada para tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde. Óxido de etileno e formaldeído têm sido rotulados como prováveis cancerígenos humanos. Altas concentrações desses gases precisam ser usadas para tratar RSSS e os riscos de exposição aos mesmos são bastante altos. Esses gases são lentamente liberados pelos materiais tratados, mesmo após os atuais processos de esterilização usados. Isto é um perigo para a

saúde dos trabalhadores que manuseiam estes resíduos, bem como para o público em geral.

Ainda que alguns hospitais e outras instalações de saúde tenham câmaras de esterilização, elas não possuem dimensões suficientes para o tratamento de RSSS, e como o espaço para esterilização torna-se necessariamente maior, a quantidade de esterilizantes também aumenta oferecendo, portanto, maiores riscos de exposições acidentais. Há, ainda, problemas com os locais de estocagem das substâncias químicas altamente inflamáveis. Por estas razões, esterilização gasosa com óxido de etileno e formaldeído, não é normalmente recomendada para o tratamento de resíduos infecciosos. Sendo mais utilizado para a descontaminação de instrumentos cirúrgicos.

6.9. ENCAPSULAMENTO DE RESÍDUOS (12)

Materiais cortantes descartáveis poderiam se tornar mais aceitáveis para aterros, se fossem encapsulados por algum meio disponível, tal como resina ou "Plaster de Paris".

6.10. INCINERAÇÃO

A incineração é um método de tratamento de resíduos através de oxidação a altas temperaturas, sob certas condições controladas. Incineração converte materiais combustíveis em resíduos não combustíveis (escória), cinzas e gases, estes últimos são eliminados para atmosfera por meio de chaminés, enquanto as escórias e cinzas podem ser dispostas em aterros sanitários.

Normalmente, a incineração de resíduos domiciliares é utilizada nas cidades em foram esgotadas todas as outras possibilidades de tratamento e de destinação dos resíduos, por ser um processo dispendioso.

Vantagens da incineração sobre outros processos:

- é a forma mais segura, do ponto de vista sanitário, para se eliminar resíduos sólidos de serviços de saúde, de aeronaves e navios internacionais, de alimentos deteriorados e de outros restos nocivos;
- dispensa a utilização de grandes áreas, necessárias à implantação dos outros processos;
- opera independentemente das condições atmosféricas;
- encurta o trajeto dos veículos coletores pela possibilidade de ser instalado em zona central;
- reduz o resíduo sólido a, aproximadamente, 20% em peso e a 5% em volume, do original;

- torna biologicamente inofensivo o resíduo sólido do processo, escória e cinza, o qual poderá ser aproveitado como material inerte para cobertura diária das células em aterros sanitários;

Os principais problemas apresentados pelos incineradores são:

- Localização;
- dificuldade de operação e manutenção exigindo pessoal especializado;
- dificuldade de controle das emissões de poluentes gasosos
- agravamento da poluição do ar com a queima de PVC e outros plásticos comuns nos resíduos de serviços de saúde;
- dificuldade para a queima de resíduos com maior quantidade de líquidos (sangue e hemoderivados, resíduos patológicos etc.).

Os incineradores localizados dentro dos limites dos estabelecimentos de saúde, podem causar incômodos devido as emissões gasosas à própria rotina interna do estabelecimento ou à população vizinha, tendo-se em vista que estes estabelecimentos, geralmente, encontram-se em áreas densamente povoadas.

A opção é instalações de unidades centralizadas, que podem receber resíduos de diversos estabelecimentos de saúde para tratamento conjunto. Muitas vezes estas unidades também podem receber os resíduos domiciliares locais.

Segundo Riso(21), muitos incineradores instalados com menos de dez anos já não são capazes de operar adequadamente devido à crescente variedade da composição dos resíduos. Este problema é geralmente pela presença de materiais plásticos e outros descartáveis. Esses resíduos possuem cerca de 20% de plásticos em peso onde o polivinil clorado (PVC) e outros polímeros halogenados representam uma significativa parcela desses plásticos, os quais podem ser os maiores geradores de emissões atmosféricas tóxicas.

São vários os fatores que podem influenciar no desempenho do incinerador como:

- Variação da composição dos resíduos;
- Temperatura
- Tempo de residência dos gases na câmara secundária
- Turbilhonamento ou excesso de ar,

A boa operação dos incineradores baseiam-se fundamentalmente na temperatura, tempo de retenção dos gases e a quantidade de ar necessária para a queima completa. As condições de operação mantidas dentro de valores apropriados para estes parâmetros minimizará os problemas decorrentes da emissão de poluentes à atmosfera, evitado mesmo a formação de compostos indesejáveis, altamente tóxicos, como os organoclorados.

Em decorrência da emissões gasosas, as unidades de incineração dever ser providos de equipamentos de controle de emissões gasosas, no caso de utilização de lavadores de gases, os efluentes líquidos deverão ser tratados e os resíduos sólidos gerados no STAR - sistema de tratamento de águas residuárias, deverão ser caracterizados e dispostos com base na legislação ambiental vigente.

Além dos materiais particulados, fumaça e odor decorrentes de má operação desses incineradores, as emissões gasosas podem conter gases tóxicos como ácido clorídrico, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre, que podem causar danos ambientais, às áreas circunvizinhas ao local, e podem contribuir para a formação de chuva ácida.

Os equipamentos de controle de poluição do ar (ECP's) devem ser instalados após a câmara de combustão, antes dos gases entrarem na chaminé, afim de ser evitada a poluição atmosférica pelas partículas em suspensão. Existem vários tipos, porém o eletrostático tem apresentado melhores resultados na incineração de resíduos sólidos. O filtro eletrostático é formado por uma série de eletrodos, intercalados com outros ligados a uma fonte de alta tensão, em corrente contínua. Forma-se portanto, um campo eletrostático, forçando as partículas em suspensão a serem carregadas estaticamente para então serem atraídas pelo eletrodos. As placas que formam os eletrodos periodicamente recebem batidas pela ação dos martelotes apropriados por um dispositivo de acionamento automático, forçando as partículas a caírem por gravidade em funis dispostos em seu fundo e removidas pelo sistema de extração das cinzas.

Para o projeto de incinerador eficiente para a queima dos resíduos dos serviços de saúde, devem ser verificados previamente:

- quantidade de resíduos por origem;
- composição média do resíduo a ser queimado;
- local de instalação;
- horário de operação.

A quantidade de resíduos depende do número de leitos hospitalares disponíveis, tipo de atendimento (pronto-socorro, maternidade, escola, etc.), número de postos de saúde, farmácias, laboratórios de análise e outros a serem atendidos pela instalação prevista.

Para as condições brasileiras, pode ser considerada, aproximada, uma geração diária de 1,3 kg de resíduos hospitalares por leito e para postos de saúde, farmácias, clínicas veterinárias, laboratórios de análise, etc., aproximadamente 10% do lixo hospitalar. A composição média depende do tipo de atendimento. Deve ser considerada a inclusão de todos os resíduos, por ser difícil na maioria dos hospitais separar os sépticos dos não sépticos.

Há discordâncias(23) de que a incineração do lixo hospitalar seja a melhor forma de tratamento ou destinação final para os mesmos. Alguns artigos nesse trabalho concordam que a essa foram de tratamento apresenta riscos técnicos e ambientais potenciais cujo gerenciamento e monitoração são extremamente difíceis. Os efeitos sobre a saúde de dioxinas, furanos, e metais pesados como mercúrio, chumbo, cádmio, concentrados e dispersados pela incineração, são potencialmente devastadores. Gases ácidos referem-se à substâncias como óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre e cloreto de hidrogênio além de contribuírem para a formação de chuva ácida contribuem também para agravamento das doenças respiratórias da população em geral.

Uma das maiores preocupações é a formação de dioxinas e compostos similares durante o processo de incineração. A dioxina, o produto químico sintético mais tóxico jamais testado realmente se forma nos incineradores de lixo. As dioxinas são formadas durante o processo de incineração como gases de exaustão em caldeiras e dispositivos de controle de poluição do ar.

A queima de combustíveis contendo cloro produz dioxinas e compostos similares à dioxinas que tendem a persistir e acumular-se em tecidos biológicos. Produtos descartáveis de PVC são os responsáveis pela maioria das dioxinas emitidas por incineradores e lixo médico hospitalar e comercial. As precipitações do ar contaminam o solo, a água e a vegetação. E através de alimentos contaminados que os seres humanos ingerem as maiores doses de dioxinas.

“Dioxina” é abreviatura de substância química 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-dioxina, também usado como nome genérico da família de dioxinas e furanos, 210 ao total, 17 dos quais podem ser considerados “super-tóxicos”.

A dioxina, assim como outros organoclorados, é classificada como “poluente orgânico persistente” (POPs) é a substância antropogênica mais tóxica conhecida pela ciência. Foi responsável por muitos dos mais desastrosos casos de contaminação ambiental, inclusive Times Beach, Missouri; Love Canal, NY; Seveso, Itália, e Vietnam (“agente laranja”).

A incineração pode ser considerada como forma de tratamento para RSSS em alguns casos, e como forma de disposição final em outros, uma vez que alguns métodos geram resíduos que precisam ser, posteriormente, enviados a algum local para a disposição final, normalmente um aterro sanitário. Esta diferenciação poderá ser percebida, mais a frente, na descrição dos diversos métodos de incineração existentes atualmente. Tais métodos são:

- Incineração Convencional;
- Incineração em Fornos de Cimento;

- Incineração a Laser; e
- Incineração com Infravermelho.

6.10.1 Incineração Convencional(12)

Em termos gerais, a eficiência de um incinerador convencional (aquele que utiliza óleo e/ou gás combustível para obtenção do calor necessário para iniciar o processo de combustão) está associada às características de projeto, operação e gerenciamento. A nível de projeto e operação, deve ser observada a necessidade de duas câmaras de combustão: primária e secundária. A câmara de combustão primária, destina-se à secagem e queima da massa de resíduos, emitindo uma mistura gasosa de orgânicos volatilizados e algum material particulado. A complementação de queima dos gases, dá-se na câmara secundária. Um sistema de filtros é desejável para a retenção de particulados, da mesma forma que um sistema de lavagem de gases, a fim de se promover ainda retirada de SO_x, NO_x, e HCl.

Quanto à operação, é mister manter os parâmetros:

Temperatura: na faixa de 800 a 1000°C, a fim de se assegurar a destruição dos patógenos.

Tempo de Retenção: aproximadamente 2s (dois segundos), a fim de se assegurar a exposição dos materiais às chamas, efetivando a queima.

Turbulência: para que se possibilite um maior contato das partículas com o oxigênio necessário a sua queima.

Disponibilidade de Oxigênio: em taxas adequadas ao processo, com a finalidade de assegurar-se a completa destruição dos resíduos, inclusive dos subprodutos formados, tais como dioxinas e PCB's.

Para que o forno entre em operação é necessário se injetar óleo combustível, até que as condições de regime sejam alcançadas, após o que, o processo se auto-mantém. A queima estabiliza-se por volta de 800°C, temperatura esta, suficiente para a eliminação dos patogênicos.

A maioria dos incineradores convencionais de RSSS, hoje, nos EUA, é dividida em três classes:

- Sistema modular com pouco ar;

- Sistema modular com excesso de ar; e
- Incineradores (fornos) rotativos.

O desempenho dos incineradores de RSSS não tem sido avaliado criticamente e, geralmente, esses incineradores não possuem equipamentos para controle da poluição do ar.

O processo envolve exposição controlada desses resíduos a altas temperaturas, tipicamente acima de 1600°F (871°C), no ambiente oxidante.

A incineração de compostos não halogenados converte o carbono e o hidrogênio em CO₂ e H₂O. Entretanto esses produtos podem variar significativamente. Resíduos podem conter vários outros elementos semelhantes aos halogênios tais como: enxofre, fósforo, metais pesados e metais alcalinos, podendo produzir: HCL, HF, cloretos, compostos nitrogenados, óxidos de metais e outros subprodutos da combustão que podem ser prejudiciais para a saúde e o meio ambiente. Traços de metais pesados, como por exemplo: chumbo, cádmio e arsênio, presentes no resíduo, podem escapar para o meio ambiente como partículas de fumaça.

6.10.2 Incineração em Fornos de Cimento (Co-processamento)(12)

Uma forma de destruição de resíduos que já começou a ser utilizada por algumas empresas no Brasil, embora de maneira ainda incipiente, é a incineração em fornos de cimento. Essa técnica já vem sendo aplicada em diversos países desde a década de 70, e consiste em um co-processamento dos resíduos utilizando os fornos das indústrias cimenteiras para a destruição total dos resíduos.

Dependendo do poder calorífico dos resíduos, este processo de queima é, ainda, capaz de reduzir a utilização dos combustíveis usados no forno, tais como carvão ou óleo combustível. As cinzas, por sua vez, são incorporadas ao clínquer (matéria-prima para fabricação do cimento), dispensando sua disposição em aterros.

Esses fornos têm se apresentado como boa opção para incineração de resíduos especiais, por apresentarem características como temperaturas próximas a 1450°C na zona de queima, com um tempo de retenção dos gases no interior do forno, variando entre 6 e 9s (seis e nove segundos) e, ainda, uma grande turbulência desses gases.

6.10.3 Incineração a Laser(12)

Alta densidade de laser poderia fundir resíduos infecciosos e outros resíduos num processo que é mais barato e mais limpo que os modernos incineradores, segundo Cheetham, presidente da Laser Products Corp., que tem trabalhado com a tecnologia laser há mais de 10 anos.

Ao fundir materiais a intervalos de temperatura entre 3870 e 5540°C, as emissões de laser são mais limpas e o material torna-se mais estéril. Nenhum patógeno, absolutamente, escapa ao calor do laser, o que não acontece com o melhor incinerador, acrescenta Cheetham, citado por Naber.(12)

Usar laser para tratamento de resíduos infecciosos no próprio estabelecimento gerador, acrescenta o mesmo autor, pode trazer vantagens para o hospital, primeiro pelo custo do equipamento, menor que do incinerador, segundo porque requer espaço limitado.

6.10.4. Incineração com Infra-Vermelho(12)

Os incineradores do tipo infravermelho, denominados incineradores SUN CLEAN, foram desenvolvidos no Japão no ano de 1991, onde já foram instaladas, até o ano de 1992, 2800 unidades. Existe uma previsão para instalação de mais 4000 unidades em 1993.

Os incineradores dispõem de três câmaras de incineração dotadas de queimadores de óleo diesel ou querosene. Na primeira câmara, denominada câmara superior, é processada a combustão dos resíduos que apresentam menor densidade. Na segunda câmara, processa-se a combustão dos resíduos mais densos e, na terceira, é obtida a queima dos fumos ou vapores que escapam das duas câmaras primárias.

Os incineradores deste tipo utilizam as emissões de ondas longas da faixa do infravermelho para promover a incineração dos resíduos ou dos fumos e gases. As câmaras de incineração são envolvidas por uma cerâmica refratária, que ao ser aquecida reemite a energia calorífica na forma de ondas longas de infravermelho, obtendo desta forma uma completa combustão dos resíduos, sem a emissão de fumos ou odores.

As unidades de incineração são comercializadas pela empresa SHIN NIHON KANSOKI CO., para a qual já existe representante no Brasil. As unidades são produzidas com capacidade de queima que vai de 50 kg/h até 5000 kg/h.

6.11. PIRÓLISE(12)

A pirólise pode ser descrita, simplesmente, como uma decomposição térmica de

material orgânico em ambiente ausente de oxigênio. O processo pode ser representado por:

MATERIAL ORGÂNICO + CALOR GÁS + LÍQUIDO + SÓLIDO⁽¹⁷⁾

A composição dos produtos da reação acima é a seguinte:

Produto gasoso: contém principalmente H₂, CO, CO₂ e CH₄;

Produto sólido: consiste de carbono fixo, vidros, metais, etc;

Produto líquido: condensado aquoso contendo compostos orgânicos ou um óleo combustível, semelhante ao óleo combustível número seis.

O maior ou menor rendimento na formação de cada um dos produtos, depende da composição do material a ser pirolizado, e dos fatores: temperatura, pressão, tempo de residência e velocidade de transferência de calor na camada pirolítica.

A principal vantagem da pirólise é o pouco ar necessário. Com pouco ar passando através do resíduo há menos turbulência dentro do sistema e, assim, menos partículas são carregadas da câmara de combustão. Este baixo fluxo de ar resulta, também, em muito baixa geração de óxido de nitrogênio, ainda que isto não seja uma preocupação em incineradores de RSSS. É necessário, ainda, menos combustível suplementar do que em sistemas com excesso de ar, onde todo o fluxo de ar deve ser levado à temperatura de operação do incinerador. Com o menor fluxo de ar, ventiladores, dutos, equipamentos para controle de emissão de ar e dutos para saída de gases, podem ser de menor tamanho.

É importante, neste momento, dizer que a operação pirolítica convencional é quase impossível de se obter por duas razões:

É difícil controlar o vazamento de ar para dentro do sistema; e

É impossível determinar com precisão a capacidade calorífica do resíduo, valor no qual se baseia a definição do ar estequiométrico necessário.

6.11.1. Pirólise por Arco (Tocha) de Plasma⁽¹²⁾

Este processo utiliza um método de conversão de energia elétrica em calor. Não envolve combustão, portanto não requer nenhuma quantidade de ar ou oxigênio.

Um fabricante de Toronto-Canadá, afirma que o processo produz menos de 10% dos subprodutos gasosos associados com a incineração e, além disso, não gera dioxinas e furanos.

O resíduo é passado através de uma zona ou arco de plasma superaquecido eletricamente gerado, o qual atinge temperaturas de 12000 a 20000°C.

O processo aceita qualquer tipo de lixo, hospitalar ou perigoso. O resultado da conversão é fim definitivo, seguro e absolutamente não agressivo ao meio ambiente.

A chama é dirigida para uma poça de metal fundido e o lixo hospitalar é admitido pelo topo do equipamento, de modo a circular pela chama de plasma.

O calor do metal fundido (1500°C) e da chama de plasma (4000°C) decompõe os resíduos em produtos que reagem com o vapor injetado, transformando-se em metano, hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono.

O gás resultante é composto de 80% de hidrogênio e monóxido de carbono. Os materiais não orgânicos (metais, vidros, sujeiras, etc.), são fundidos pelas altas temperaturas e escoados sob forma de lava, a qual se vitrifica ao solidificar.

Os gases produzidos podem ser usados em caldeiras (para aquecimento) ou como matéria-prima para obtenção de metanol.

A escória vitrificada é material inerte para qualquer agregado ou aterro, pois não é lixiviável, dessa forma, não é tóxica nem agressiva ao meio ambiente.

6.12. TECNOLOGIAS OFERECIDAS PARA UTILIZAÇÃO IMEDIATA NO BRASIL(12)

O tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde tem como objetivo principal alterar suas características biológicas de modo a reduzir e/ou eliminar seu potencial para causar doenças.

A incineração é a técnica de esterilização mais usada. Entretanto outras técnicas podem apresentar bons resultados, embora a efetiva e completa eficiência das mesmas ainda estejam sendo estudadas com o fim de determinar eventuais efeitos à saúde que possam ser causados devido seus usos.

Das técnicas citadas neste trabalho as atualmente empregadas no Brasil são:

- Incinerador Clássico
- Incinerador Pirolítico
- Incinerador Infravermelho

- Micro-ondas
- Microclave

7. DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS NO SOLO

A opção por uma forma de tratamento ou destino final a ser dado aos resíduos sólidos de serviços de saúde envolve um cuidadoso processo de planejamento que deve conduzir o estabelecimento gerador ou grupo de geradores à melhor escolha entre as alternativas disponíveis.

A disposição de resíduos infectantes no solo é uma alternativa possível, porém essa disposição deve se constituir em um sistema independente, que poderá eventualmente se beneficiar da infra-estrutura comum, ocupando área próxima ou até mesmo dentro de um aterro de resíduos, mas deve seguir uma metodologia de operação e controle própria.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, através da Resolução nº 5 de 05.08.93, determina no seu artigo 10: Os resíduos sólidos pertencentes ao Grupo A, não poderão ser dispostos no solo sem tratamento prévio que assegure:

- a eliminação das características de periculosidade do resíduo;
- a preservação dos recursos naturais; e
- atendimento aos padrões de qualidade ambiental e de saúde pública.

Parágrafo Único: Aterros sanitários implantados e operados conforme normas técnicas vigentes deverão ter previstos em seus licenciamentos ambientais sistemas específicos que possibilitem a disposição de resíduos sólidos pertencentes ao grupo A.

7.1. ATERROS SANITÁRIOS(12)

A técnica do aterro sanitário é utilizada para a disposição de resíduos RSS no solo, desde que devidamente autorizada pelo órgão estadual.

Por medida de precaução, devem ser adotadas medidas de esterilização dos RSS, antes de dispô-los em aterros sanitários, os quais, é importante lembrar, devem possuir adequado sistema de tratamento de seus efluentes líquidos.

Atualmente, existem diversas normas técnicas a serem atendidas na construção de aterros sanitários para resíduos sólidos.

7.2. DISPOSIÇÃO EM VALAS COM CAL(12)

Os RSSS, tais como: de hospitais, laboratórios, clínicas veterinárias, pronto-socorros e serviços assemelhados, apresentam propriedades contaminantes e, assim, não devem ser dispostos juntamente com resíduos domésticos, uma vez

que é reconhecida a persistência de alguns microrganismos patogênicos no solo. Spyridakis e Welch, relatam a sobrevivência de *Salmonella* e bacilos da tuberculose nos solos, por mais de 6 (seis) meses. Naturalmente, as condições de sobrevivência estão diretamente relacionadas com os teores de matéria orgânica, a umidade e o pH do solo. Os autores afirmam que nos climas frios as *Salmonella* podem viver até 2 (dois) anos no solo e no máximo 1 (um) ano em climas temperados. Felizmente, as condições de competição com outros organismos da flora bacteriana do solo, terminam por exterminar os microrganismos patogênicos.

Nos municípios onde não existe a possibilidade de uma destinação correta para os RSS, é recomendada a adoção de valas sépticas. Tais valas são escavadas no solo até 1 m (um metro) de profundidade, preferencialmente em locais altos e onde o lençol freático esteja bem abaixo da superfície. O fundo da vala deve ser revestido com uma manta de material polimérico, para a impermeabilização do mesmo.

Os resíduos são dispostos no interior da vala, recobertos com uma camada de cal virgem e imediatamente cobertos com a terra retirada da vala. Não deve ser permitida a colocação de outros resíduos no interior da vala a fim de não reduzir a vida útil da mesma.

Foi realizado, em 1990, por uma equipe da CETESB, um estudo preliminar de avaliação da prática de disposição de RSS em valas com cal, sem revestimento de manta no fundo da vala. Os resultados desse estudo levaram à conclusão de que a cal, utilizada dessa forma, é ineficiente na eliminação de patogênicos.

8. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE - PGRSS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, de acordo com a RESOLUÇÃO CONJUNTA SS/SMA/SJDC-1 de 29.06.98, deverá conter os seguintes itens:

8.1. Itens do Plano de Gerenciamento

8.1.1. Identificação do estabelecimento prestador de serviços de saúde:

- Razão social
- Nome fantasia (nome pelo qual é conhecido)
- Endereço, telefone e fax
- Atividades desenvolvidas e horários de funcionamento (em caso de hospital, acrescentar o n.º de leitos/especialidades).
- Área total do terreno e área construída (m²).
- Responsável técnico pelo estabelecimento (Nome, RG, profissão, registro profissional).
- Responsável técnico do PGRSS (Nome, RG, Registro Profissional).

8.1.2. Características dos resíduos gerados

Quantificar os resíduos em kg/mês por grupo, conforme Resolução CONAMA 5 de 05/08/93

Observações:

O cálculo de quantificação de resíduos deve ser feito a partir da pesagem diária dos resíduos gerados durante no mínimo 7 dias consecutivos, tirando a média diária e multiplicando o valor encontrado por trinta dias. A amostragem deverá ser a mais representativa possível.

A caracterização dos rejeitos radioativos, além da pesagem deverá conter estimativa da atividade residual dos radionuclídeos presentes (data dessa estimativa) e a data prevista para seu descarte.

8.1.3. Geração e Fluxo dos Resíduos

Identificar os locais de geração dos resíduos, por Grupo, assinalando em planta baixa, escala 1:100, bem como o fluxo daqueles resíduos, conforme simbologia à seguir:

Unidade	simbologia
Unidade que gera Grupo A	GA
Unidade que gera resíduos Grupo B	GB
Unidade que gera Grupo C	GC
Unidade que gera resíduos Grupo D	GD
Fluxo dos resíduos Grupo A	(seta na cor vermelha)
Fluxo dos resíduos Grupo B	(seta na cor verde)
Fluxo dos resíduos Grupo C	(seta na cor amarelo)
Fluxo dos resíduos Grupo D	(seta na cor preta)

Observação:

Uma mesma unidade poderá ter duas ou mais legendas, bem como seu fluxo, em função dos tipos de resíduos gerados no local.

8.1.4. Manuseio e Acondicionamento

Descrever como são acondicionados os resíduos gerados por Grupo.

Descrever os tipos de recipientes utilizados para acondicionamento dos resíduos gerados, por Grupo e tipo.

Descrever os tipos de recipientes utilizados para acondicionamento de rejeitos radioativos, por radionuclídeo, demonstrando que oferecem blindagem adequada ao tipo e ao nível de radiação emitida, bem como sinalização adequada.

8.1.5. Armazenamento

Descrever e assinalar em planta baixa as salas de resíduos, abrigos externos existentes ou a construir junto às unidades para os resíduos, especificados por Grupo:

- Armazenamento de Resíduos do Grupo A
- Armazenamento de Resíduos do Grupo B
- Armazenamento de Resíduos do Grupo C
- Armazenamento de Resíduos do Grupo D

Descrever os procedimentos para monitoração do armazenamento de rejeitos radioativos.

8.1.6. Coleta Interna

Descrever sucintamente como é efetuada a coleta interna I e II de cada Grupo de resíduo, abrangendo os seguintes aspectos:

Tipos de coletas (comum, resíduos de serviços de saúde, recicláveis, radioativos etc.)

Para os radioativos acrescentar:

- em que etapa é retirado o símbolo de presença de radiação
- para onde são encaminhados os recipientes de chumbo
- Tipos, capacidade e quantidade de equipamentos utilizados
- Frequência e horário de coleta
- Equipamentos de Proteção individual e monitores de radiação ionizante

8.1.7. Tratamento Intra-Unidade

Descrever e assinalar em planta quando for o caso, os tipos de tratamento para cada Grupo de resíduos e quais são os equipamentos utilizados, descrevendo os princípios de funcionamento do sistema em situação normal e de regime de emergência.

Descrever o sistema de entrada/saída de rejeitos radioativos no local de armazenamento provisório, atendidos os limites permitidos, o rejeito não é mais considerado radioativo, devendo ser tratado como resíduo infectante, armazenado e disposto como tal, após a retirada de qualquer identificação que denote a presença de radiação ionizante.

8.1.8. Triagem de Materiais Recicláveis

Caso seja prevista alguma forma de separação de resíduos sólidos para reciclagem, descrever detalhadamente o processo, destacando:

- Tipos de resíduos que são reciclados
- Forma e local de armazenamento dos recicláveis
- Transporte dos recicláveis dentro da unidade geradora
- Destino e utilização dos resíduos recicláveis (nome, endereço, razão social, telefone das empresas que coletam os recicláveis)

8.1.9. Coleta Externa

Descrever sucintamente como é efetuada a coleta externa de cada Grupo e tipo de resíduo, abrangendo os seguintes aspectos:

- Tipos de coletas (domiciliar, resíduos de serviços de saúde, recicláveis, etc.)
- Tipos de veículos, equipamentos utilizados e equipamentos de proteção individual.
- Frequência e horário de coleta
- Responsável pela execução da coleta (próprio gerador, município ou empresa contratada, etc.) nome, CGC, endereço e telefone, nome e registro profissional do responsável técnico.

8.1.10. Tratamento Extra-Unidade

Especificar os tipos de tratamento para cada Grupo de resíduos e quais os equipamentos e instalações de apoio, descrevendo os princípios de funcionamento do sistema em situação normal e de regime de emergência, incluindo os seguintes aspectos:

- Instalação (tipo, marca, modelo, características, capacidade nominal e operacional)
- Localização das unidades de tratamento, incluir regime de emergência, endereço e telefone (caso situado dentro do estabelecimento gerador, assinalar sua localização em planta)
- Capacidade total da unidade de tratamento (em kg/hora)
- Responsável técnico pelo sistema de tratamento (nome, RG, profissão, registro profissional), e empresa responsável pela sua operação.

OBS: Não é previsto tratamento extra-unidade para rejeitos radioativos provenientes de serviço de saúde.

8.1.11. Destino Final

- Localizar a unidade de destinação final para cada Grupo de resíduo
- Capacidade total de recebimento das unidades (em kg/mês)
- Responsável Técnico pelo sistema de destinação final (nome, RG, profissão, registro profissional)

8.1.12. Saúde e Segurança do Trabalhador

Descrever sucintamente o número de funcionários empregados nos serviços abaixo relacionados, por turno de trabalho, setor e instituição (inclusive empresa contratada ou órgão público) que estão subordinados, informando nome e telefone da chefia de cada setor.

- Coleta interna
- Coleta externa
- Liberação de rejeitos radioativos para coleta externa
- Tratamento
- Destinação final

Descrever sucintamente como são efetuadas as ações preventivas da atuação da CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e da CCIH - Comissão de Controle de Infecção Hospitalar.

8.1.13. Cronograma de Implantação do PGRSS

Apresentar um cronograma de implantação, execução e operação das etapas contempladas no PGRSS.

8.2. DA APROVAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

8.2.1. A direção dos estabelecimentos relacionados no item 1 da citada Resolução deverá apresentar o seu PGRSS para análise na Vigilância Sanitária da Regional da Secretaria de Estado da Saúde, que após sua manifestação encaminhará à Regional da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, para análise e posterior aprovação.

Os itens relativos a rejeitos radioativos somente serão avaliados pela Vigilância Sanitária após a apresentação da licença de operação concedida pela CNEN, de acordo com a Norma CNEN -NE-6.02.

8.2.2. Após a aprovação do PGRSS, o estabelecimento terá que implantá-lo, dentro dos prazos do cronograma de implantação. Qualquer alteração no conteúdo do PGRSS ou no cronograma, deverá ser comunicada aos órgãos competentes, que poderá optar entre ratificar ou submeter o PGRSS original a uma nova análise.

8.3. DAS RESPONSABILIDADES DO ESTABELECIMENTO

8.3.1. A aprovação do PGRSS, não exime os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde de qualquer responsabilidade quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos por eles gerados, conforme determina a legislação em vigor.

8.3.2. O Estabelecimento Gerador é responsável pela supervisão das demais entidades citadas no PGRSS como participantes do processo, tais como prestadores de serviço de limpeza, coleta, tratamento ou destinação final, sejam eles de caráter público ou privado, no que se refere ao cumprimento do PGRSS.

8.3.3. A responsabilidade permanente do estabelecimento gerador fará com que este se obrigue à acompanhar todas as atividades do processo contemplado no PGRSS, mesmo que algumas não sejam executadas diretamente por ele.

8.3.4. O Estabelecimento Gerador deve comunicar aos órgãos competentes qualquer irregularidade constatada em qualquer etapa do processo.

Obs: para elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é indispensável consultar Leis e normas técnicas específicas, cuja listagem encontra-se no anexo III.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização dos resíduos de serviços de saúde é importante, como ferramenta de gerenciamento, assim como a segregação, minimização de tratamento adequados dos mesmos.

O treinamento do pessoal envolvido no gerenciamento é de grande valia uma vez que dependem deles a aplicação de um bom programa. Esse pessoal deverá ser treinado de modo a conhecer todas as etapas do programa.

A disposição de resíduos de saúde infectantes em aterros ou rede coletora de esgotos, só deverá ser feita após os mesmos passarem por tratamento eficiente, incineração ou esterilização. Recomenda-se a incineração desses resíduos como método mais seguro e eficiente.

A disposição em aterros e a incineração de resíduos, só deverá ser realizada em locais devidamente licenciados pelos órgãos ambientais.

Os resíduos especiais (radioativos e químicos perigosos) devem receber gerenciamento específico em função de suas características, seguindo a legislação específica.

Por se tratar de saúde pública, o estado deverá:

- a) Implementar programas de gerenciamento de resíduos sólidos municipais com ênfase para os resíduos de saúde com atitudes que visem em curto prazo solucionar a problemática dos resíduos, visto que em muitos casos não há interesse por parte da municipalidade em fazê-lo, ou não há recursos disponíveis. Tais programas deverão abranger:
- b) Auxiliar com linhas de crédito para a implantação de programa que visem minimizar a geração desses resíduos ou prevenir a poluição desses.
- c) Incentivar a formação de consórcios para implantação de centrais de tratamento de resíduos, uma vez que os custos serão distribuídos em forma proporcional entre os participantes, gerando assim menor custo de disposição final desses resíduos.
- d) Incentivar com redução de impostos os estabelecimentos que implementarem programa de gerenciamento com ênfase à prevenção à poluição.
- e) Fixar cronograma, o qual deverá ser elaborado com representantes do governo/produtores, com objetivo de abolir as embalagens de PCV, seja para

indústria farmacêutica ou não, uma vez que essa matéria prima está diretamente ligada à formação de Dioxina, quando da incineração de resíduos.

- f) Fixar cronograma com objetivo de abolir o uso de mercúrio nesses estabelecimentos.
- g) Capacitar, através de agências ambientais e de saúde , técnicos com objetivo de avaliar os programas de gerenciamento apresentados bem como intervir e orientar aos geradores em suas etapas de implementação do programa.
- h) Implementar programa de Prevenção à Poluição (P2), em estabelecimentos de serviços de saúde, em especiais os hospitais, com objetivo e reduzir a geração de resíduos de classe I.
- i) e finalmente, considerando que o regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto 8468/76, é pobre no capítulo que trata da poluição do solo, especificamente para a questão dos resíduos, deverá ser feita revisão de modo a ampliar este horizonte, inclusive mencionando-se em capítulo específico os “resíduos sólidos de serviços de saúde”. Constando ainda as responsabilidades pela coleta, tratamento e disposição dos resíduos em geral.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABLP, São Paulo. Curso de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, São Paulo, 1998.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR 12.809 - Manuseio de resíduos de serviços de saúde: procedimento. São Paulo, 1993.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR 10.004 -Resíduos Sólidos: Classificação. São Paulo, 1987.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR-12.807 - Resíduos de serviços de saúde: terminologia. São Paulo, 1993.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR 12.808 - Resíduos de serviços de saúde: classificação. São Paulo, 1993.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR 12.810 - Coleta de resíduos de serviços de saúde: procedimento. São Paulo, 1993.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma . NBR 9190 - Sacos plásticos para acondicionamento de lixo: Classificação. São Paulo , 1985.
8. CARDOSO, R. C. G. - Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde - CRA - Centro de Recurso Ambientais, 1999 (Apresentado ao II Seminário Municipal de Resíduos de Saúde, Salvador, 1999).
9. CETESB, São Paulo. Apostilas Ambientais: Incineração. São Paulo, 1997.
10. CETESB, São Paulo. Apostilas Ambientais: Resíduos de Serviços de Saúde. São Paulo, 1997.
11. CETESB, São Paulo. Documentos Ambientais: Relatório de Impacto Ambiental - RAP- Roteiros Básicos. São Paulo, 1998.
12. CETESB, São Paulo. Formas de Tratamento e/ou disposição de resíduos sólidos de serviços de saúde. São Paulo, 1995.
13. CETESB, São Paulo. Manual para Implementação de um Programa de

Prevenção à Poluição. São Paulo, 1998.

14. CETESB, São Paulo. Minimização de Resíduos Perigosos. São Paulo, 1993.
15. CVS, São Paulo. Leis e Normas Técnicas sobre Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde de Interesse para a Vigilância Sanitária. São Paulo 2000.
16. DESCARPACK DESCARTÁVEIS DO BRASIL LTDA. Resíduos de Serviços de Saúde: Manual de Leis, Decretos, Normas, Subsídios e Regras para o Estado de São Paulo, São Paulo.
17. OPAS/OMS. Guia Para o Manejo Integrado de Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde. Brasília, 1997.
18. PEREIRA, S. A - Gerenciamento Interno de Resíduos de Serviços de Saúde. Porto Alegre - Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1993 (Apresentado ao Seminário Internacional sobre resíduos Sólidos Hospitalares, Cascavel, 1983).
19. PIMENTEL JR., A. C - Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - Experiência do Município de Limeira. Limeira, 1999.
20. REGULAMENTO DA LEI 997/76, APROVADO PELO DECRETO 8468/76 - Que dispõe sobre o controle de poluição no Estado de São Paulo. 1976.
21. RISSO, W. M. - Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - Dissertação apresentada ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Saúde Pública . São Paulo, 1993.
22. UNICAMP- FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - Curso de Especialização em Gestão Ambiental : Prevenção à Poluição, Campinas, 1999.

UNITED MEDICAL - Resíduos de serviços de Saúde - Coletânea de Imprensa , 1996.

ANEXO I

**TABELA REFERENTE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM DOIS HOSPITAIS DE
SÃO PAULO**

MATERIAIS	SETORES (UNIDADES)											
	C. CIRURGIA		COPA/COZ		ENF./INT.		LABORAT.		PS/AMB		UTI	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
PAPEL	36,8	40,4	9,25	5,20	43,70	56,85	33,30	38,35	62,10	40	37,2	32,2
VIDRO	-	2,8	-	-	5,25	-	37,30	15,50	-	9,4	5,8	8,5
PLÁSTICO	35,1	22,6	3,00	4,80	32,05	5,40	10,70	24,4	19,25	38,8	39	44,1
METAL	2,8	1	-	16,25	0,80	-	4	-	2,05	-	0,2	-
TECIDO	15,8	22,7	0,20	-	5,85	22,20	-	14	5	11,8	2,8	6,8
M.O	-	1,7	83	70	11,00	2,80	-	-	7,2	-	-	2,7
BORRACHA	8,1	3,3	-	-	1	4,35	-	-	0,4	-	14,2	1,7
MADEIRA	-	-	-	-	0,35	0,80	-	-	0,6	-	-	-
OUTROS	1,4	6,5	4,50	3,70	-	7,60	14,70	7,7	3,4	-	0,8	4
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

OBS: Valores dados em % de peso do resíduo

(-) Ausência de material

Fonte: CETESB, São Paulo- Apostilas Ambientais: Resíduos de Serviços de Saúde. São Paulo, 1997.

ANEXO II

SIMBOLO DE RISCO BIOLÓGICO

ANEXO III

LISTAGEM DE LEIS E NORMAS TÉCNICAS

LISTAGEM DE LEIS E NORMAS TÉCNICAS REFERENTES A RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

LEGISLAÇÕES FEDERAIS

PORTARIA MINTER Nº 53 DE 01 DE MARÇO DE 1979

Estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 6 DE 19 DE SETEMBRO DE 1991

Desobriga a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 5 DE 05 DE AGOSTO DE 1993

Dispõe sobre o plano de gerenciamento, tratamento e destinação final de resíduos sólidos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários.

PORTARIA Nº 1.884 DE 11 DE NOVEMBRO DE 1994

Aprova as Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

RESOLUÇÃO Nº 606 DE 24 DE MARÇO DE 1994

Conceitua e estabelece condições para o funcionamento de estabelecimento médicos veterinários.

PORTARIA Nº 543 DE 29 DE OUTUBRO DE 1997

Aprova a relação de aparelhos, instrumentos e acessórios usados em medicina, odontologia e atividades afins.

LEGISLAÇÕES ESTADUAIS

DECRETO Nº 8.468 DE 08 DE SETEMBRO DE 1976

Aprova o Regulamento da Lei nº 997 de 31 de maio de 1976, que dispões sobre a prevenção e controle de poluição no meio ambiente, no Estado de São Paulo.

RESOLUÇÃO SS-169 DE 19 DE JUNHO DE 1996

Aprova Normas técnicas que disciplina as exigências para o funcionamento de estabelecimentos que realizam procedimentos médico-cirúrgicos ambulatoriais,

no âmbito do Estado de São Paulo.

RESOLUÇÃO CONJUNTA SS/SMA/SJDC-1 DE 29 DE JUNHO DE 1998

Aprova as Diretrizes Básicas e Regulamento Técnico para a apresentação e aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde.

NORMAS TÉCNICAS

TERMINOLOGIA

NBR 12.807

Resíduos de serviços de saúde - terminologia

CLASSIFICAÇÃO

NBR 12.808

Resíduos de serviços de saúde - classificação

NBR 10.004

Resíduos sólidos - classificação

SIMBOLOGIA

NBR 7.500

Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de material

ACONDICIONAMENTO

NBR 9.190

Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - classificação

NBR 9.191

Sacos plásticos para acondicionamento - especificação

NBR 9.195

Sacos plásticos para acondicionamento - método de ensaio

NBR 9.196

Determinação de resistência a pressão do ar

NBR 9.197

Saco plástico para acondicionamento de lixo - determinação de resistência ao impacto de esfera.

NBR 13.055

Saco plástico para acondicionamento - determinação da capacidade volumétrica

NBR 13.056

Filmes plásticos para sacos para acondicionamento - verificação de transparência

NBR 13.853

Coletores para resíduos de serviços de saúde, perfurantes e cortantes - requisitos e métodos de ensaio

MANUSEIO INTRA ESTABELECIMENTO

NBR 12.809

Resíduos de serviços de saúde - manuseio

COLETA E TRANSPORTE

NBR 7. 501

Transporte de produtos perigosos - terminologia

NBR 7. 503

Ficha de Emergência para Transporte de produtos Perigosos - características e dimensões

NBR 7. 504

Envelope para Transporte de Produtos Perigosos - características e dimensões

NBR 7. 501 Transporte de Produtos Perigosos - terminologia

NBR 8. 285

Preenchimento da ficha de emergência para o transporte de Produtos Perigosos

NBR 8.286

Emprego de Sinalização nas Unidades de Transporte e de Rótulos nas embalagens de Produtos Perigosos

NBR 9.734

Conjunto de Equipamento de Proteção para Avaliação de Emergência e Fuga no Transporte Rodoviário de produtos perigosos

NBR 9.735

Conjunto de Equipamentos para emergência no Transporte Rodoviário de

produtos perigosos

NBR 12.710

Proteção Contra Incêndio por Extintores no Transporte Rodoviário de produtos perigosos

NBR 13.095

Instalação e fixação de Extintores de Incêndio para carga no transporte Rodoviário de produtos perigosos

TRATAMENTO

E 15.011 - CETESB

Sistema para Incineração de Resíduos de Serviços de Saúde, Portos e Aeroportos

MÉTODO DE ANÁLISES

NBR 10.005

Lixiviação de Resíduos

NBR 10.006

Solubilização de Resíduos

NBR 10.007

Amostragem de Resíduos.