

GERENCIAMENTO EFICAZ NO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE - ESTUDO DE DUAS TECNOLOGIAS TÉRMICAS

JOÃO PEDRO LIMA ELEUTÉRIO (UNESP)

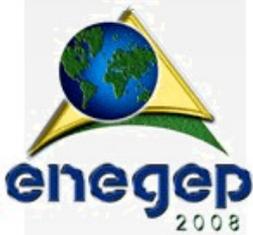
jpedrole@terra.com.br

JORGE HAMADA (UNESP)

joha@feb.unesp.br

ANTÔNIO FERNANDO PADIM (HAC)

padimjau@globo.com



Diversas são as tecnologias disponíveis para o tratamento dos Resíduos de Serviços de Saúde, uma vez que esses resíduos representam um sério problema que não pode ser postergado. Por suas características peculiares de toxicidade e patogenicidade nem todas tecnologias atendem a contento os parâmetros fixados para sua disposição final. As tecnologias térmicas: autoclavagem e incineração tem se mostrado as mais utilizadas no tratamento dos resíduos em razão da eficiência de desinfecção e redução de volume. O Brasil, onde boa parcela dos municípios sequer coleta diferenciadamente os resíduos de serviços da saúde, possui um campo vastíssimo para o desenvolvimento da gestão de conhecimento no tocante ao tratamento dos RSS.

□

Palavras-chaves: Resíduos de serviços de saúde; tecnologias térmicas; gestão do conhecimento.

1. Introdução

O crescimento da população tem provocado na área da saúde um aumento proporcional nos atendimentos ambulatoriais e hospitalares. Como consequência disso, a geração de resíduos de serviços de saúde (RSS) tem crescido a níveis preocupantes.

Em nosso país, o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde é realizado de forma precária, decorrendo disto diversos problemas que afetam a saúde da população e agride o meio ambiente, como a contaminação do solo, do ar, dos corpos d'água, bem como, a proliferação de insetos (vetores). (GARCIA, 2004)

Outro problema sério resultante deste gerenciamento precário encontra-se na forma como esse resíduo é segregado em seu local de origem, provocando assim danos a saúde do trabalhador que tem contato com esses resíduos.

“Os Resíduos de Serviços de Saúde possuem composição variada conforme as suas características biológicas, físicas, químicas e de acordo com a origem de sua geração. Em ambiente hospitalar, destacam-se os resíduos biológicos contaminados, objetos perfurocortantes, peças anatômicas, produtos químicos, tóxicos e materiais perigosos (solventes, quimioterápicos, produtos químicos fotográficos, formaldeídos, radionuclídeos, mercúrio, vidros vazios, caixas de papelão, papéis de escritório, plásticos descartáveis e resíduos alimentares e outros)”.(LIMA, 2005)

Com base na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB 2000), do IBGE, a maioria dos municípios brasileiros não utiliza um sistema apropriado para efetuar a coleta, o tratamento e a disposição final dos RSS. De um total de 5.207 municípios brasileiros pesquisados, somente 63% realizam a coleta dos RSS. (BRASIL, GRSS, 2006). E neste sentido o que mais nos chama a atenção é que 3.466 municípios nem sequer dão um destino adequado a estes resíduos infectantes.

O destino final desses resíduos; via de regra; será o aterro. Contudo para que não haja riscos durante o manejo até a disposição final, é necessário que haja um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde – PGRSS, que terá como base as características dos resíduos gerados.

O manejo dos RSS envolve várias etapas como: segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta e transporte externos, tratamento e disposição final.

Basicamente, para o tratamento dos RSS, existem dois processos: Processos Térmicos e Processos Químicos, sendo que o mais utilizado é o processo térmico, em que os resíduos são levados a altas temperaturas para que haja a destruição dos microorganismos patogênicos e redução de volume. Sendo que, das tecnologias térmicas utilizadas para o tratamento dos RSS as mais frequentes nos dias de hoje, no Brasil, são: autoclavagem (sem redução de volume) e incineração (com redução de volume).

Este artigo tem como objetivo abordar estas duas tecnologias, procurando promover conhecimento que venha auxiliar os gestores dos serviços de saúde quando, na escolha da tecnologia que melhor se enquadra nos parâmetros organizacionais da instituição de assistência à saúde a qual representam.

2. Resíduos de Serviços de Saúde

No Brasil, as diretrizes sobre geração e manejo dos resíduos de serviços de saúde são confiadas a dois órgãos: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Esses órgãos têm como papel orientar, definir regras e regular a conduta dos diferentes agentes geradores, tendo como foco principal a preservação da saúde e do meio ambiente, promovendo dessa forma a sustentabilidade de todo o sistema.

2.1. Conceituação

Por muito tempo foi controversa a denominação atribuída aos resíduos gerados pelas atividades que prestam assistência à saúde, seja de origem humana ou animal. Dentre estas denominações destacam-se: resíduo sólido hospitalar, resíduo hospitalar, resíduo biomédico, resíduo médico, resíduo clínico, resíduo infeccioso ou infectante, resíduo patogênico, ou ainda, mais popularmente conhecido como lixo hospitalar. Posteriormente a denominação resíduo de serviços de saúde foi adotada tendo em vista ser mais apropriada e abrangente, uma vez que a ela podem ser incorporados todos os resíduos gerados pela área de saúde, como por exemplo, os resíduos líquidos e os semi-sólidos. (SCHNEIDER, 2004, p. 23)

No Brasil, partir de dezembro de 1987, a denominação *resíduos de serviços de saúde* foi adotada pela ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas e, atualmente, encontra-se firmada entre as definições da NBR 12807 da referida associação e com validade a partir de 1º de abril de 1993. Textualmente a definição é a seguinte:

- ✓ *Resíduo de serviço de saúde é todo aquele gerado em qualquer serviço prestador de assistência médica, sanitária ou estabelecimentos congêneres, podendo, então, ser proveniente de: farmácias, hospitais, unidades ambulatoriais de saúde, clínicas e consultórios médicos e odontológicos, laboratórios de análises clínicas e patológicas, instituições de ensino e pesquisa médica, bancos de sangue, clínicas veterinárias e outros.*

De acordo com a RDC ANVISA no 306/04 e a Resolução CONAMA no 358/2005, são definidos como geradores de RSS todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento, serviços de medicina legal, drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, centro de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*, unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, dentre outros similares. (BRASIL, GRSS, 2006)

Em Portugal os “*Resíduos Hospitalares*” (de acordo com o Decreto-Lei nº Decreto-Lei nº 310/95, de 20 de Novembro, que estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos) são definidos como: “[...] resíduos produzidos em unidades de prestação de cuidados de saúde, incluindo as actividades médicas de diagnóstico, tratamento e prevenção da doença em seres humanos ou animais, e ainda as actividades de investigação relacionadas”. A *gestão de resíduos*, segundo o mesmo decreto, é entendida como “as operações de recolha, transporte, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos, incluindo a monitorização dos locais de

descarga após o encerramento das respectivas instalações, bem como o planejamento dessas operações", sendo atribuídas as responsabilidades dessa gestão aos produtores, designadamente às unidades de saúde, às quais é possibilitada a realização de acordos com as autarquias ou com empresas devidamente autorizadas". (NET RESÍDUOS, 2008)

2.2. Classificações

Existem diversas classificações para os resíduos de serviços de saúde. Essas advêm dos parâmetros adotados (características físico-químicas, possibilidade de ser biodegradável ou não e outros) e dos objetivos pretendidos (seu destino final, suas implicações na saúde, seu impacto ambiental, etc.).

A classificação, como ponto de partida para o bom funcionamento do sistema de coleta dos RSS, tem grande importância e repercute no desenvolvimento de cada uma das fases subsequentes deste sistema. Portanto, para o correto gerenciamento (intra e extra-unidade) dos RSS, a classificação implantada em um estabelecimento gerador usualmente deve considerar a área de geração, a natureza e o potencial de risco dos resíduos, a fim de oferecer segurança e minimizar riscos tanto ao agente que maneja tais resíduos quanto ao meio ambiente.

Ademais, a classificação dos RSS permite tomar decisões quanto aos resíduos que deverão ser recuperados e quais os que poderão seguir seu fluxo para o local de disposição final.

As tabelas 1 e 2 apresentam as classificações dos RSS's por grupo e por classe, respectivamente:

Grupos	Constituintes
A resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos	Sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objetos desta Resolução.
B resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados 2. Resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados) 3. Produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
C rejeitos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.
D resíduos que não apresentam risco biológico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente	<ol style="list-style-type: none"> a) papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venoclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1; b) sobras de alimentos e do preparo de alimentos; c) resto alimentar de refeitório; d) resíduos provenientes das áreas administrativas; e) resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e; f) resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde
E resíduos perfurocortante	Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas

	diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares
--	---

Fonte: BRASIL, 2005

Tabela 1 - Classificação de resíduos sólidos gerados em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde por grupo, segundo a Resolução CONAMA nº 385/2005

Classes		Constituintes
A.1	Resíduos infectantes Tipo A.1 - Biológico	Cultura, inóculo, 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 resíduo contaminado por estes materiais.
A.2	Tipo A.2 - Sangue e hemoderivados	Bolsas de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análise, soro plasma e outros subprodutos.
A.3	Tipo A.3 - Cirúrgico, Anatomopatológico e exsudado	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais.
A.4	Tipo A.4 - Perfurante ou cortante	Aguilha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
A.5	Tipo A.5 - Animal contaminado	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto à microrganismos patogênicos ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.
A.6	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.
B.1	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 - 6.05).
B.2	Tipo B.2 - Resíduo farmacêutico	Medicamento vencido, contaminado, interdito ou não utilizado.
B.3	Tipo B.3 - Resíduo químico perigoso	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10004.
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. P. ex.: resíduo da atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins e restos alimentares que não entraram em contato com pacientes.

Fonte: ABNT, 1993

Tabela 2 - Classificação de resíduos de serviços de saúde por classes, segundo a NBR 12808/93 ABNT

2.3. Riscos

A palavra risco faz parte do nosso cotidiano e pode ser empregada de diversas formas e com diversos sentidos. O risco do acidente, o risco de dar errado, o risco iminente, o risco elevado são alguns exemplos corriqueiramente encontrados nas nossas literaturas técnica ou leiga, cujo sentido predominante é o de representar uma certa chance de algo acontecer. (CETESB, 2008)

No caso dos resíduos de serviços de saúde, os riscos podem ser atribuídos a sua periculosidade originada de fatores como: patogenicidade, toxicidade, radioatividade, além de outras características inerentes às substâncias químicas utilizadas em diferentes procedimentos em estabelecimentos da área de saúde.

E neste sentido podem-se classificar os riscos atribuídos aos resíduos de serviços de saúde em três níveis:

- a) Da saúde ocupacional – pelas pessoas que tem contato direto com esses resíduos, pessoal ligado diretamente a assistência médica e pessoal ligado ao setor de limpeza;
- b) Da infecção hospitalar – o aumento das infecções geradas dentro dos estabelecimentos de saúde;
- c) Do meio ambiente – na medida em que esses resíduos são tratados inadequadamente, com disposição final irregular ou de forma não apropriada.

Segundo Schneider (2004, p.32): “Os riscos de contaminação estão relacionados à exposição direta durante a manipulação, armazenamento, transporte e disposição, ao contato com vetores, às plantas, ao solo ou a outros animais, à ingestão e/ou contato com águas ou alimentos contaminados e à disseminação por meio de vias aéreas”.

Formaggia (1995) aponta as três principais vias de transmissão pelas quais os microorganismos presentes nos resíduos de serviços de saúde podem atingir o homem:

- a) Inalação – por agentes patogênicos dispersos no ar;
- b) Ingestão – agentes patogênicos entram no organismo por meio de consumo de água e/ou alimentos contaminados e;
- c) Injeção – a contaminação, ocorre, via corrente sanguínea, por picadas de insetos ou mordedura de vetores.

3. Tecnologias para o tratamento dos RSS

Nos dias de hoje, diversas são as tecnologias utilizadas para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde, tanto em estudo como colocadas em prática.

O tratamento dos RSS objetiva fazer uso de técnicas e processos que venham modificar as características, principalmente patogênicas, desses resíduos antes de sua disposição final.

As tecnologias (métodos) de tratamento deverão, para a parcela infectante, permitir sua desinfecção e/ou esterilização para torná-los inertes do ponto de vista patogênico.

Esses métodos podem ser divididos em dois grandes grupos:

- a) Processos Térmicos – são os métodos que utilizam do aumento da temperatura para destruição ou inativação de microorganismos patogênicos (embora a incineração compreenda uma reação de oxidação química exotérmica, esta é incluída neste grupo);
- b) Processos Químicos – neste método é normalmente utilizado um oxidante químico por um período de 15 a 30 minutos, para que haja o resultado esperado; contudo para a utilização desse processo é necessária uma trituração prévia dos materiais a serem desinfetados.

Atualmente, o processo térmico é o mais utilizado para tratamento de resíduos de serviços de saúde.

Dentre os métodos térmicos para destruir os microorganismos patogênicos, podem ser destacados:

- a) Autoclavagem – método que utiliza de vapor superaquecido sob condições controladas que, quando em contato com os resíduos infectados promovem a desinfecção dos mesmos;

- b) Microondas – neste método os materiais a serem tratados são submetidos à radiação eletromagnética de alta frequência gerando no final do processo uma temperatura em torno de 98 °C;
- c) Incineração – método que queima os resíduos a temperaturas superiores a 1.000 °C, por período, sendo que após esse estágio, os gases oriundos dessa queima também são elevados a altas temperaturas para que haja a desintegração das moléculas de dioxinas e furanos;
- d) Pirólise – esse processo consiste no aquecimento dos materiais a serem tratados em uma atmosfera sem a presença de oxigênio, podendo atingir temperaturas de até 1.000 °C.

Ao longo do histórico brasileiro, sobre o tratamento dos resíduos de serviços de saúde, tem-se observado uma convergência para dois processos, que são a incineração e a autoclavagem. Essa convergência, resulta de aspectos legais, do acesso e domínio de tecnologias, da eficiência e dos custos envolvidos nos diferentes processos. Assim sendo, uma análise comparativa entre esses dois processos torna-se obrigatória.

3.1. Autoclavagem x Incineração

A autoclavagem é um tratamento térmico que consiste em manter os RSS a uma temperatura elevada e em contato com o vapor de água por um período de tempo suficiente para destruir os microorganismos patogênicos presentes no material contaminado ou ainda, reduzi-los a um número que não represente risco à saúde.

O processo (tecnologia) inclui ciclos de compressão e descompressão que vêm facilitar o contato entre o vapor e o material infectado. Sendo que os valores de pressão aplicados são da ordem dos 0,3 a 0,35 MPa e a temperatura atinge 135 °C.

Segundo Novak (2008) a autoclavagem é composta basicamente das seguintes operações:

- a) Pré-vácuo - criam-se condições de pressões negativas de forma que, na fase seguinte, o vapor entre mais facilmente em contacto com os materiais a serem esterilizados;
- b) Admissão de vapor - introdução de vapor na autoclave, seguido do aumento gradual da pressão, de forma a criar condições para o contacto entre a água superaquecida e os materiais, e para facilitar sua penetração nos invólucros, dando acesso a todas as superfícies;
- c) Esterilização - manutenção de temperaturas e pressões elevadas durante determinado período de tempo, ou seja, até se concluir o processo. De acordo com a carga, o especialista define o tempo e a temperatura de cada ciclo;
- d) Exaustão lenta - libertação gradual do vapor que passa por um filtro com poros finos o suficiente para evitar a passagem de qualquer microrganismo para o exterior da autoclave, e permitir a diminuição gradual da pressão até que seja atingida uma atmosfera;
- e) Arrefecimento da carga - arrefecimento da carga até uma temperatura que permita a retirada dos materiais da autoclave;
- f) Descarte do condensado - a utilização do vapor na autoclavagem dá origem à formação de um efluente que deverá ser descarregado numa estação de tratamento e liberado como um efluente doméstico.

Basicamente, o processo de incineração de resíduos, consiste na redução de peso e volume do lixo através da combustão controlada em equipamento de Tratamento Térmico de Múltiplas Câmaras. Os remanescentes da queima são, geralmente, constituídos de gases, como o

dióxido de carbono (CO₂); dióxido de enxofre (SO₂); Nitrogênio (N₂); oxigênio (O₂) proveniente do ar em excesso que não é queimado completamente; água (H₂O); cinzas e escórias, constituídas de metais ferrosos e materiais inertes, como por exemplo, vidros etc.

Os equipamentos destinados à combustão, controlada dos resíduos são denominados incineradores, que devem operar a temperaturas próximas a 900°C.

Portanto, pode-se dizer que, durante a combustão, o oxigênio (contido no ar em uma proporção de aproximadamente 20%) é “queimado”, juntamente com os resíduos, liberando luz e calor. Neste caso, o oxigênio age como comburente, alimentando a combustão. Os resíduos, juntamente com o óleo diesel atuam como materiais combustíveis.

Na incineração deve-se manter um cuidadoso controle de emissões gasosas na atmosfera, regulando as duas câmaras de combustão conforme a necessidade de ar/combustível, gerando uma queima adequada.

A primeira câmara deve trabalhar com temperatura em torno de 600 °C a 850 °C, onde ocorre o aquecimento, a liberação de substâncias voláteis, a secagem e a transformação dos RSS em cinzas, sendo que, no final deste processo, a massa de cinzas já não se reduz, restando carbono não queimado, compostos minerais de alto ponto de vaporização (vidro) e a maioria dos metais.

Os gases, vapores e material particulado, liberados na combustão primária, são succionados para a segunda câmara onde devem permanecer por pelo menos 2 segundos, expostos à temperatura de mais de 1000 °C, ocorrendo nessas condições à destruição das substâncias voláteis e parte do material particulado.

Para melhor compreender as duas tecnologias em estudo, as tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente: a comparação das características dos dois processos de tratamento de RSS e suas vantagens e desvantagens:

Processo	Redução Volume	Eficiência Desinfecção	Impacto Ambiental	Capacitação Pessoal	Capacidade Tratamento	Custo Investimento	Custo Operação
Autoclave	baixa	alta	baixa	média (*)	média-baixa	média	média
Incineração	alta	alta (**)	baixa	alta	sem limites	alta	alta

Fonte: Guia de Capacitacion – Gestion y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios (1996)

(*) Não se considera a capacitação necessária para manejar equipamentos de produção de vapor

(**) Com incineradores de tecnologia avançada

Tabela 3 – Comparação das características das tecnologias em estudo

Tipo de Tratamento	Vantagens	Desvantagens
Autoclave	# alto grau de eficiência; # é um equipamento simples de operar; # é um equipamento conceitualmente similar a outros normalmente utilizados em estabelecimentos de saúde (autoclaves para esterilização).	# não reduz o volume dos resíduos tratados; # pode produzir maus odores e gerar aerossóis; # é necessário utilizar recipientes ou bolsas termo-resistentes que têm custos relativamente elevados;

		<ul style="list-style-type: none"> # não é conveniente para resíduos anatômicos pois continuam sendo reconhecíveis depois do tratamento; # os aparatos de vapores são escassamente utilizados em países tropicais, de tal maneira que não há familiaridade com os riscos que implicam; # o RSS não é descaracterizado; # os materiais perfuro cortante permanecem com suas características originais; # não trata os resíduos da classe “B”.
Incineração	<ul style="list-style-type: none"> # destrói qualquer material que contém carbono orgânico, incluindo os patogênicos; # produz uma redução importante de volume dos resíduos (80% a 95%); # os restos ficam irreconhecíveis e definitivamente não recicláveis; # sob certas condições, permite o tratamento dos resíduos químicos e farmacêuticos; # permite o tratamento dos resíduos anátomo-patológicos; # descaracterização completa dos RSS; # inexistência de efluentes líquidos. 	<ul style="list-style-type: none"> # custa duas ou três vezes mais que qualquer outro sistema; # supõe um elevado custo de funcionamento pelo consumo de combustível (sobretudo se for carregado com RRS perigosos com alto teor de umidade); # necessita de constante manutenção; # conserva o risco de possíveis emissões de substâncias tóxicas na atmosfera.
Fonte: BRASIL (2001)		

Tabela 4 – Vantagens e Desvantagens por Tipo de Tratamento

4. Discussão

Do ponto de vista gerencial, o autoclave demanda menor esforço para ser administrado uma vez que sua operacionalização pode ser realizada por pessoal com média capacitação técnica. Isto, em virtude da forma que os resíduos são tratados, ou seja, existe a necessidade de haver um funcionário encarregado de alimentar o autoclave com o material infectado, sendo que este mesmo funcionário realizará a retirada do material, quando já tratado, dispondo-o em uma área externa para posterior envio para a disposição final.

O incinerador por sua vez, com uma maior complexidade operacional, deverá contar com um número maior de pessoas para sua operacionalização tendo em vista que não somente haverá o trabalho de alimentar o equipamento (incinerador) com material infectado, como também, haverá a necessidade de ser realizada diariamente a manutenção do lavador de gases que gera o lodo residual da queima. Além disto, toda a operação de um incinerador deverá contar com um funcionário com alta capacitação técnica, que na maioria dos casos trata-se de um engenheiro especializado em incineração, podendo ainda haver a necessidade de titulação em segurança do trabalho por tratar-se de serviço de alta periculosidade.

Sob a ótica do gerenciamento de custos, estes diferem em muito levando-se em consideração o preço por kg de material tratado. Enquanto o tratamento pela tecnologia de autoclavagem tem um preço médio de R\$ 2,00 (SANTOS, 2005, p.3) por kg de resíduo desinfetado, o tratamento realizado pelo método de incineração tem como preço médio R\$ 2,50, conforme pode ser apurado junto ao Hospital Amaral Carvalho de Jaú/SP, isto em virtude da complexidade operacional do sistema.

Outra abordagem sob a mesma ótica, trata dos investimentos necessários para a construção de um incinerador e de toda sua estrutura operacional, que são altos em comparação com os

valores a serem investidos na montagem de uma central de tratamento pelo método de autoclavagem. Este último demanda um montante de recursos bem menor, em razão dos valores para a aquisição dos equipamentos de autoclave serem inferiores aos utilizados em um incinerador, como também ser exigido um espaço físico menor para o tratamento dos RSS.

Com relação ao impacto ambiental, os gestores do serviço de saúde encontrarão um tema delicado a ser tratado, isto em virtude de ambas as tecnologias terem prós e contras para sua adoção. No caso do incinerador existe a necessidade de um acompanhamento quase diário, das emissões gasosas geradas pela queima dos resíduos tratados, da disposição final da cinza resultante da incineração e do lodo gerado pela lavagem dos gases. No sistema de autoclavagem, não existe emissão de gases, contudo o resíduo tratado por não ter seu volume reduzido, ou ainda, com uma inexpressiva redução, representará um problema sério quando da sua disposição final, vindo a contribuir com o já expressivo volume gerado pelo lixo doméstico que superlota os aterros municipais. Além disto, mesmo estando desinfectado, este resíduo poderá gerar o chorume, pois sua constituição não foi alterada, somente sua patogenicidade.

A discussão mais importante sobre os processos, contudo, refere-se à segurança e garantia de destruição efetiva dos organismos patogênicos. E neste tópico a tecnologia de incineração tem comprovadamente melhor desempenho que a autoclavagem. Pois, por melhor que sejam os equipamentos utilizados no sistema de autoclave, estes não alteram as propriedades dos resíduos, proporcionando chances para que microorganismos patogênicos sobrevivam ao processo se os resíduos não forem devidamente condicionados e o equipamento não for bem operado. Outro ponto falho na autoclavagem diz respeito a quantidade de resíduos acondicionados nos sacos plásticos, que servirão de invólucro ao material infectado. Quanto maior o volume e a massa dos resíduos, maior será a probabilidade de sobrevida desses microorganismos, pois os materiais dispostos no centro do saco plástico estão mais isolados do calor aplicado no processo.

Do exposto, fica claro que as duas tecnologias tem suas vantagens e desvantagens, no tocante ao gerenciamento do sistema, dos custos, do impacto ambiental e da eficiência de desinfecção. Cabe aos gestores dos RSS analisarem as necessidades exigidas pela instituição de saúde a qual representam e então decidirem por esta ou aquela tecnologia.

5. Conclusão

Os Resíduos de Serviço de Saúde tornam-se a cada dia um desafio maior para os gestores municipais de instituições de assistência à saúde. Seu volume crescente, seu poder de infecção, como sua toxicidade, exigem um tratamento adequado que reduza os riscos provocados por inúmeros materiais que constituem esses resíduos.

As tecnologias para o tratamento estão à disposição, cada uma com sua característica em particular, faltando no entanto um planejamento eficaz que venha a contribuir para a definição de qual forma de tratamento melhor se enquadra dentro da gestão organizacional.

O Brasil, onde boa parcela dos municípios sequer coleta diferenciadamente os resíduos de serviços da saúde, possui um campo vastíssimo para o desenvolvimento da gestão de conhecimento no tocante ao tratamento dos RSS.

Contudo para que isto se torne realidade, caberá aos órgãos competentes uma maior divulgação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde publicado pela ANVISA, como também uma fiscalização mais presente.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.** (1993). *NBR 12808- Resíduos de serviços de saúde: classificação*, Rio de Janeiro, jan.
- BRASIL.** Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, *Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária.* – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 182 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 85-334-1176-6, 1. Gerenciamento de resíduos. 2. Serviços de saúde. I. Título. II. Série, NLMWA
- BRASIL.** Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS). *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Secretaria Executiva, Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde.* – Brasília: Ministério da Saúde, 2001. 120p.: il. ISBN 85-334-0369-0 1. Resíduos de serviços de saúde – Prevenção e controle. I. Brasil. Ministério da Saúde. II. Brasil. Secretaria Executiva. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde. III. Título. NLM WA 790 DB8
- BRASIL.** Presidência da República. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 5 de 5 de agosto de 1993. *Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários.* Diário Oficial da União, Brasília, 31 ago. 1993. Seção I, p.12997.
- CETESB.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, *Conceito de Risco.* São Paulo, <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/riscos/estudo/conceito.asp>, obtido em 03/05/08.
- FORMAGGIA, D.M.E.** Resíduos de serviços da saúde. In: *Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços da Saúde.* São Paulo, 1995. p.3-13.
- GARCIA, L.P. and ZANETTI-RAMOS, B.G.** *Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança.* *Cad. Saúde Pública*, May/June 2004, vol.20, no.3, p.744-752. ISSN 0102-311X.
- GUIA DE CAPACITACION: Gestión y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios.** Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalários América Central, 1996. Convenio ALA 91/33.
- LIMA, E.L.L. & DIAS, S.M.F.** *O Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde no Hospital Geral Clériston Andrade, Feira de Santana, Bahia,* <http://www.praticahospitalar.com.br/pratica%2042/pgs/materia%2034-42.html>, obtido em 22/04/08.
- NET RESÍDUOS, Resíduos Hospitalares,** <http://www.netresiduos.com/cir/rhosp/introRHosp.htm#cont>, obtido em 01/05/08.
- NOVAK, F.R.** *Autoclavagem.* Instituto Fernandes Figueira / FIOCRUZ. Rio de Janeiro, <http://www.biossegurancahospitalar.com.br/files/Autoclavagem.doc>, obtido em 06/05/08.
- SANTOS, L.R.** *Sustentabilidade e Viabilidade do Tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde pelo sistema de autoclavagem – a experiência do município de Penápolis (SP)* Penápolis, SP, 2005.
- SCHNEIDER, V.E. & EMMERICH, R.C. & DUARTE, V.C. & ORLANDIN, S.M.** *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde*, 2. ed. rev. e ampl., Caxias do Sul, RS: Educs, 2004.