



Universidade Fernando Pessoa – F. C. T.

Engenharia do Ambiente



Docente: Alzira Dinis

Data: 19.02.2009

Disciplina: Higiene Publica e Saúde Ambiental

Turma: E5A 2

Nomes: Cláudia Ferreira, 18454

Marina Moreira, 18173

Delfim Soares, 18870

Índice:

Introdução:.....	3
Quais são os principais produtores deste tipo de resíduos?.....	4
Classificação:.....	4
Produção de Resíduos Hospitalares em Portugal	6
Tecnologias de tratamento de resíduos hospitalares:	7
Riscos para a Saúde e para o Ambiente.....	13
Custos associados à Gestão de Resíduos Hospitalares.....	15
Conclusão	16
Bibliografia.....	17
Anexo 1	19

Introdução:

A intensa industrialização do nosso século, o explosivo crescimento dos transportes e a expansão urbana contribuíram para a melhoria da qualidade de vida das populações, mas também para que a poluição (do ar, solo e água) atingisse níveis alarmantes. Um dos factores que contribuem para esses níveis é o caso dos resíduos que quando não tem o tratamento e destino final adequado vou causar graves danos nos ecossistemas.

O problema da produção de resíduos sólidos é particularmente dramático, pois o não controlo destes resíduos conduz a danos estéticos, económicos e, principalmente, ecológicos. É nesta categoria que se incluem os resíduos sólidos hospitalares (RSH).

Estes resíduos revestem-se de grande importância, pois representam um risco potencial, acrescido em função de parte deles serem constituídos por materiais com alto teor de organismos patogénicos, representando riscos para a saúde e para o meio ambiente.

A produção de Resíduos Hospitalares depende de numerosos factores como o número de pacientes por dia, as especialidades existentes, os tipos de cuidados de saúde prestados, a quantidade de material reutilizado, os métodos de gestão existentes, entre outros. No que diz respeito à gestão dos RH é uma área de grande importância, não apenas em termos ambientais e económicos, mas também ao nível da saúde pública. Contudo, não tem tido em Portugal a prioridade, o acompanhamento e o desenvolvimento necessários, pelo que se considera fundamental a realização de estudos que permitam melhorar o conhecimento sobre este assunto (Gonçalves, 2004; Gonçalves, 2005). Para melhorar este conhecimento é necessário que os Serviços de Saúde Pública, tenham indicadores para a monitorização dessa mesma produção, por forma a gerirem de forma conveniente o risco associado aos RH, nomeadamente na prevenção da doença e promoção e manutenção da saúde, pela prevenção dos factores de risco e controlo de situações susceptíveis de causarem ou acentuarem prejuízos graves à saúde da pessoa ou das populações (Tavares, 2004)

Nos últimos anos foram de grandes conquistas na área dos resíduos hospitalares.

Em pouco menos de uma década, o país passou de um sistema pouco controlado, obsoleto e danoso para a saúde pública, para uma abordagem racional e moderna que tira partido de tecnologias recentes e muito menos poluentes. De quase 40 incineradoras, em 1996, passámos para uma em 2004.

Até ao final dos anos 90, os resíduos de hospitais e centros de saúde, de todas as unidades, públicas ou privadas, recebiam tratamento completamente indiferenciado. Existia apenas uma distinção entre o material que tinha estado em contacto com o doente, considerado contaminado, e a restante material. No entanto, as exigências em termos de saúde pública e de saúde ambiental obrigaram a que os intervenientes da saúde reflectissem os seus próprios desempenhos, com objectivo de otimizar as operações de gestão de resíduos, reduzindo conseqüentemente a quantidade dos mesmos a submeter a pré-tratamentos de natureza física e química (grupo III) e incineração (grupos III e IV) (Martins, 2006).

Em Portugal, a quantidade de RH produzidos não representa um problema em termos de gestão, comparativamente com os outros tipos de resíduos, como sejam os resíduos urbanos, os resíduos industriais e, até mesmo, os resíduos agrícolas. No entanto, os RH, dada a sua natureza, diversidade, perigosidade e grau de risco, obrigam

a procedimentos específicos de manipulação e tratamentos diferenciados, que tornam a sua gestão complexa e onerosa (Levy *et al*, 2002).

Quais são os principais produtores deste tipo de resíduos?

O universo produtor de resíduos hospitalares não abrange apenas cuidados de saúde, mas também:

- Hospitais, Centros de Saúde, Clínicas Públicas e privadas;
- Clínicas de hemodiálise, dentistas e outros consultórios médicos;
- Laboratórios de análises clínicas, biologia, microbiologia, química;
- Serviços de apoio (farmácia, lavandaria, banco de sangue, central de esterilização);
- Estabelecimentos de educação e investigação;
- Clínicas veterinárias;
- Lares de idosos.



Classificação:

Segundo o Decreto-Lei 178/2006 de 5 de Setembro considera-se que os resíduos hospitalares são resíduos resultantes de actividades médicas desenvolvidas em unidades de prestação de cuidados de saúde, em actividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação, relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em actividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos tais como *piercings* e tatuagens.

Portanto, pode-se considerar que os resíduos hospitalares são resíduos produzidos nos hospitais e estabelecimentos similares que prestam directa ou indirectamente cuidados de saúde.

De acordo com esta definição, existe uma grande diversidade de resíduos hospitalares. Assim tornou-se necessária uma classificação segundo a maior ou menor perigosidade que estes resíduos apresentam.

Actualmente, devido a evolução do conceito de gestão deste tipo de resíduos, os RH são classificados em quatro grupos distintos:

Grupo I – Resíduos equiparados a urbanos - não apresentam exigências especiais no seu tratamento

a) Resíduos provenientes de serviços gerais (como de gabinetes, salas de reunião, salas de convívio, instalações sanitárias, vestiários, etc.);

b) Resíduos provenientes de serviços de apoio (como oficinas, jardins, armazéns e outros);

c) Embalagens e invólucros comuns (como papel, cartão, mangas mistas e outros de idêntica natureza);

d) Resíduos provenientes da hotelaria resultantes de confecção e restos de alimentos servidos a doentes não incluídos no grupo III.

Grupo II – Resíduos hospitalares não perigosos - não estão sujeitos a tratamentos específicos, podendo ser equiparados a urbanos

a) Material ortopédico: talas, gessos e ligaduras gessadas não contaminados e sem vestígios de sangue;

b) Fraldas e resguardos descartáveis não contaminados e sem vestígios de sangue;

c) Material de protecção individual utilizado nos serviços gerais de apoio, com excepção do utilizado na recolha de resíduos;

d) Embalagens vazias de medicamentos ou de produtos de uso clínico ou comum, com excepção dos incluídos no grupo III e no grupo IV;

e) Frascos de soros não contaminados, com excepção dos do grupo IV.

Grupo III - Resíduos hospitalares de risco biológico - resíduos contaminados ou suspeitos de contaminação, susceptíveis de incineração ou de outro pré-tratamento eficaz, permitindo posterior eliminação como resíduo urbano:

a) Todos os resíduos provenientes de quartos ou enfermarias de doentes infecciosos ou suspeitos, de unidades de hemodiálise, de blocos operatórios, de salas de tratamento, de salas de autópsia e de anatomia patológica, de patologia clínica e de laboratórios de investigação, com excepção dos do grupo IV;

b) Todo o material utilizado em diálise;

c) Peças anatómicas não identificáveis;

d) Resíduos que resultam da administração de sangue e derivados;

e) Sistemas utilizados na administração de soros e medicamentos, com excepção dos do grupo IV;

f) Sacos colectores de fluidos orgânicos e respectivos sistemas;

g) Material ortopédico: talas, gessos e ligaduras gessadas contaminados ou com vestígios de sangue; material de prótese retirado a doentes;

h) Fraldas e resguardos descartáveis contaminados ou com vestígios de sangue;

i) Material de protecção individual utilizado em cuidados de saúde e serviços de apoio geral em que haja contacto com produtos contaminados (como luvas, máscaras, aventais e outros).



Grupo IV – Resíduos hospitalares específicos - resíduos de vários tipos de incineração obrigatória

a) Peças anatómicas identificáveis, fetos e placentas, até publicação de legislação específica;

b) Cadáveres de animais de experiência laboratorial;

c) Materiais cortantes e perfurantes: agulhas, catéteres e todo o material invasivo;

d) Produtos químicos e fármacos rejeitados, quando não sujeitos a legislação específica;

e) Citostáticos e todo o material utilizado na sua manipulação e administração.

Para um fácil reconhecimento dos resíduos, estes devem ser separados em recipientes diferentes. Assim, os resíduos do grupo I e II são colocados em sacos pretos, os resíduos do grupo III em sacos brancos (e devidamente identificado) e os resíduos do grupo IV em sacos vermelhos (e devidamente identificado); os objectos cortantes ou perfurantes têm de ser colocado num recipiente rígido e devidamente identificado. (Incineração.online.pt [Em linha])

Os resíduos hospitalares não perigosos (grupo I e II) devem ser encaminhados para a reutilização ou reciclagem, sempre que possível. Quanto aos do grupo III e IV, estes devem ser recolhidos, transportados e tratados por empresas devidamente licenciadas, dando-lhes um destino final.

Para além de todas estas formas de organização de resíduos devem ser criadas condições adequadas para o armazenamento destes lixos. (Incineração.online.pt [Em linha])

Produção de Resíduos Hospitalares em Portugal

Dados do Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares (PERH) revelam que em 1997, em Portugal, foram produzidas cerca de 36 mil toneladas de resíduos em hospitais públicos centrais e distritais. (Gomes de Castro, A., 2003)

Entre 75% e 90% dos resíduos produzidos nos cuidados de saúde são resíduos sem risco ou “gerais”, equiparados a urbanos, que provêm, na sua maioria, dos serviços administrativos e de apoio. Os restantes, 10 a 25%, são considerados resíduos perigosos os quais podem induzir riscos para saúde (Prüss *et al*, 1999).

Ainda, de acordo com Levy *et al* (2002), nos Centros de Saúde do SNS e respectivas extensões, 60% da produção corresponde a resíduos dos grupos I+II e os restantes 40% a resíduos dos grupos III e IV.

Segundo a Direcção Geral de Saúde (2007b), com base nos dados de 2005 (ano com maior percentagem de respostas), nos Centros de Saúde, a produção de RH não perigosos corresponde a cerca de 81% e a de RH perigosos a cerca de 19% (17% para grupo III e 2% para o grupo IV).

Nos dados de 1997, verificava-se ainda que a maior quantidade de resíduos era devida aos resíduos do grupo I e II, enquanto a quantidade de resíduos do grupo IV era bastante inferior à dos restantes grupos. No entanto, havia a destacar-se o facto de no Norte, a quantidade de residuo do grupo III ser superior à dos I e II e no Algarve, a quantidade de resíduos do grupo IV era elevada, quando comparada com outras regiões. Uma explicação apresentada a este facto poderia ser a deficiente triagem destes tipos de resíduos.

As percentagens relativas a estes dados eram, na verdade, muito diversificadas já que apenas 2% dos resíduos produzidos nos hospitais deveriam ter sofrido incineração. No entanto, verificava-se, ainda, que na maioria dos casos são incinerados todos os resíduos, o que leva a um elevado aumento das quantidades de poluentes emitidos. (Gomes de Castro, A., 2003)

“Em matéria de resíduos hospitalares, somos, hoje em dia, um país líder”, refere Rui Berkmeier, do Centro de Informação de Resíduos da Quercus.



Tecnologias de tratamento de resíduos hospitalares:

Segundo um grupo de peritos da OMS, a gestão dos resíduos dos estabelecimentos de prestação de cuidados de saúde deve ser tratada como um sistema. O acondicionamento, o armazenamento, o transporte e a eliminação final dos resíduos terão de ser organizados empregando métodos que, em todas as etapas, reduzem os riscos, para a saúde e para o ambiente, no mínimo.

A gestão de RH, tal como a dos restantes tipos de resíduos, visa o tratamento e/ou a eliminação dos resíduos para que possam ser confinados em segurança, ponderando questões técnicas, económicas, humanas e ambientais. Segundo o Decreto-Lei n.º 178/06, de 5 de Setembro, é entendida como “toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos”.

A fase que leva maior ênfase neste campo é o tratamento destes resíduos que consiste num processo tecnológico que possibilita a modificação das características do resíduo, de modo a que a sua deposição final seja feita em segurança. Qualquer processo de tratamento (natureza mecânica, física, química ou biológica), que altere as características dos resíduos, de modo a reduzir o seu volume ou perigosidade, quando aplicado nos resíduos hospitalares, tem-se de ter em conta as características que o resíduo possuía inicialmente. (Gomes de Castro, A., 2003)

Em termos de tratamento e destino final, os resíduos de grupo I e II, após recolha e acondicionamento, deverão ser incorporados nos sistemas de resíduos sólidos urbanos. Os resíduos de grupo III, de risco biológico, poderão ser incinerados, ou submetidos a um pré-tratamento, de natureza física ou química, que permita uma posterior eliminação como resíduo urbano. Os resíduos de grupo IV são de incineração obrigatória.

Abordam-se seguir alguns métodos de tratamento dos resíduos hospitalares perigosos: (Gomes de Castro, A., 2003)

Desinfecção Térmica

- **Autoclavagem:**

Consiste num processo de desinfecção térmica. Os resíduos são tratados com um vapor em sobrepressão, entre 3 a 3,5 bar, e expostos a temperaturas

superiores a 120°C durante 15 a 30 minutos para a destruição das bactérias, que ocorre pela termocoagulação das proteínas citoplasmáticas.

O tratamento deste tipo de resíduos por autoclavagem é eficiente, desde que os mesmos sofram uma preparação prévia de homogeneização, de forma a permitir que o vapor atinja toda a superfície sem que haja resistência à propagação do calor. (Gomes de Castro, A. , 2003)

A eficácia do tratamento pode ser verificada através de indicadores biológicos como *B.Stearotermophilus* (bacilo termoresistente) e é inserido em pontos determinados da carga a tratar; no fim do ciclo, ocorre uma incubação em estufa própria, a ausência de crescimento comprova a eficácia da inactivação desse bacilo e dos restantes microrganismos que existam nos resíduos.

Este método apresenta uma desvantagem relativamente a outros processos pois este não altera a forma física dos resíduos (excepto alguns materiais como os plásticos). Assim alguns resíduos como peças anatómicas terão de ser triturados ou fragmentados. (Gomes de Castro, A. , 2003)

Este processo exige uma mão-de-obra especializada mas não apresenta grande risco para os trabalhadores pois estes não são expostos directamente aos resíduos, o que poderia constituir um factor de risco, nomeadamente devido a agulhas e a fluidos orgânicos.

Como curiosidade temos que o tratamento dos resíduos do grupo III por autoclavagem é, actualmente, o processo utilizado por quatro empresas licenciadas para o efeito: o SUCH (Serviço de Utilização Comum dos Hospitais), a AmbiMed, a TRATOSPITAL e a AMBITRAL. O SUCH tem para o efeito uma instalação em Vila Nova de Gaia, a AmbiMed tem duas unidades, uma no Barreiro e outra em Beja, a TRATOSPITAL2 possui uma unidade em Trajouce e, por fim, a AMBITRAL possui uma unidade em Aljezur.

- **Microondas:**

No tratamento por microondas, os resíduos biológicos são colocados em contentores fechados hermeticamente. A parte central das tampas destes contentores é perfurada por cânulas (agulhas) sendo injectados aproximadamente dois litros de água e vapor a cerca de 140°C. A partir daí o microondas começa a funcionar emitindo radiações electromagnéticas de 2450 MHz, levando os resíduos a atingir uma temperatura superior a 105°C que é mantida durante cerca de 20 minutos. A eficiência é reforçada pela criação, primeiro de vácuo e depois de uma atmosfera sob pressão em cada contentor. (Gomes de Castro, A. , 2003)

Após este ciclo os contentores estão em condições de ser abertos sem risco de infecção, sendo posteriormente o seu conteúdo encaminhado para um triturador onde ocorre uma compactação a uma pressão de 80 bar reduzindo o volume inicial em cerca de 80%.

As microondas são eficazes especialmente em tratamentos biológicos mas não destroem os esporos de alguns microrganismos, sendo pouco eficazes na desinfecção de objectos metálicos muito grandes. Contudo, testes efectuados com o indicador microbiológico *Bacillus Subtilis* mostraram que os resíduos tratados com este método se encontravam esterilizados.

Em termos ambientais podemos afirmar que este processo não emite gases para a atmosfera mas consome grandes quantidades de energia. O

material tratado possui um grande poder calorífico (semelhante ao da madeira, podendo ser posteriormente utilizado para a produção de energia.

Desinfecção Química:

Os resíduos hospitalares podem ainda ser tratados mediante acção de produtos químicos sob a forma de gás ou vapor, ou líquidos.

A desinfecção química com gás ou vapor é um processo complexo em que as substâncias utilizadas são tóxicas, representando um risco elevado.

A desinfecção com químicos líquidos consiste numa serie de processos em que os resíduos são envolvidos e/ou injectados com soluções desinfectantes e germicidas, como hipoclorito de sódio, óxido de etileno e formaldeído, embora estejam a ser desenvolvidos esforços para utilizar desinfectantes menos poluentes. A utilização de derivados de cloro é ineficaz na presença de excesso de matéria orgânica. Os processos podem ser complementados com uma trituração prévia ou posterior e/ou através da compactação. (Gomes de Castro, A. , 2003)

Os grandes inconvenientes deste processo resultam do aumento da massa final dos resíduos e consequente dificuldade de manuseamento e, principalmente da toxicidade dos reagentes utilizados, que põem em risco o ambiente e os operadores do processo.

Um processo de desinfecção química que merece tratamento específico é o SANPAC, que é um processo recente e desenvolvido em Portugal. Este processo utiliza o princípio do contentor-reactor, onde o próprio saco de recolha serve para conter a solução que vai permitir a descontaminação. A desinfecção é feita por via húmida, a frio, utilizando uma solução desinfectante. Um conjunto de agulhas com vários orifícios perfura a carga, permitindo a distribuição uniforme da solução desinfectante. Depois de recolhidas as agulhas, o saco que contém a solução é comprimido de forma rápida, o que origina grandes desequilíbrios entre as zonas imersas e espaços isolados. A diferença de pressão provoca a ruptura das zonas com menor pressão, permitindo o acesso do líquido. A destruição dos germens é assegurada pelo contacto com o líquido e também pelos vapores da solução. Com o SANPAC é possível atingir um elevado nível de descontaminação em pouco tempo. Este processo é caracterizado pela sua simplicidade, o custo reduzido e a pequena dimensão do sistema permitem a fácil colocação dentro do hospital, minimizando os problemas de transporte interno do material contaminado. (Gomes de Castro, A., 2003)

Para verificar se a operação de descontaminação se realizou apenas é necessária uma inspecção visual através de um corante e de um filme de embalagem final transparente. A principal desvantagem deste processo é a toxicidade da solução desinfectante.

Incineração

A incineração é o método de tratamento de resíduos hospitalares perigosos mais utilizado em Portugal. Em termos químicos, a incineração é a oxidação térmica de materiais por combustão da qual resulta a formação de escórias, cinzas e componentes gasosos. (Gomes de Castro, A., 2003)

Este processo decorre a temperaturas adequadas e mediante condições controladas de forma a que os resíduos se tornem inócuos. É também importante

garantir que os produtos sólidos gasosos gerados sejam estéreis e não constituam qualquer perigo quando saem da incineradora.

Para garantir uma combustão total dos resíduos terá que se atender à regra dos 3T – Temperatura, Tempo de residência e Turbulência do ar. Um quarto elemento necessário é a disponibilidade de oxigénio.

É necessário garantir que a temperatura seja suficientemente alta para a queima de resíduos. A legislação portuguesa estabelece como temperatura mínima para a queima de resíduos perigosos, 1100°C.

Quanto maior for o tempo a que os resíduos permaneçam a altas temperaturas, maior será o nível de destruição e menor será a probabilidade de novos materiais orgânicos serem formados. Considera-se um tempo de residência mínimo da fase gasosa de dois segundos como suficiente para a combustão efectiva de qualquer material orgânico. (Gomes de Castro, A., 2003)

Sempre que for possível, deve-se optar por um pré-tratamento eficaz que dispense o recurso à incineração. Contudo, para que no processo de autoclavagem se consigam atingir reduções em volume de cerca de 70% há, ainda, que proceder à trituração e uma compactação dos resíduos após a sua descontaminação (Wagner, 1991; DGS, 2006).

O processo de incineração, se comparado com o anterior, é potencialmente mais poluidor, caso os equipamentos não sejam rigorosamente aferidos e as emissões estreitamente monitorizadas. Este processo, quando aplicado a resíduos sólidos urbanos permite uma redução em volume que pode atingir os 90% dos valores iniciais e uma redução em peso da ordem dos 70% (Martinho e Gonçalves, 2000).

Para além destes parâmetros, a incineradora deve obedecer aos seguintes requisitos técnicos:

- Ser capaz de tratar resíduos com poderes caloríficos variáveis e com uma percentagem relativamente elevada de materiais plásticos;
- Possuir um mecanismo automático ou mecânico de alimentação;
- Possuir um sistema de extracção de poeiras e de tratamento de gases de combustão;
- Possuir uma conduta de escoamento de gases convenientemente dimensionada;
- Neste local a temperatura deve ser superior aos 150°C para manter os gases de combustão acima do ponto de condensação, evitando os fenómenos de corrosão e problemas de condensação dos gases;
- Dispor de um sistema de monitorização e controlo de todas as operações do processo;
- Possuir queimadores auxiliares preparados para o arranque automático quando a temperatura dos gases de combustão no forno desça abaixo dos valores recomendados.

Em Dezembro de 1998, altura em que foi publicado o Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares, encontravam-se em funcionamento trinta e quatro “centros de incineração” em Hospitais do Serviço Nacional de Saúde, cada hospital tinha uma incineradora para tratar os seus próprios resíduos perigosos. A constatação de que, na sua maioria, estas incineradoras não eram mais do que simples queimadores, que punham em risco não só a saúde dos trabalhadores envolvidos no processo como de toda a população trabalhadora nas Unidade de prestação de Cuidados de saúde e da população em geral, levou à decisão política de encerramento de todas as incineradoras hospitalares, deixando em funcionamento apenas duas, uma na região de Lisboa e outra

no Porto - Neste momento, apenas existe uma unidade de incineração de RH, situada no Parque da Saúde em Lisboa.

As incineradoras podem ser agrupadas em 3 tipos:

- **Incineradoras clássicas:**

Podem ser de câmara simples ou de câmara múltipla, sendo as primeiras mais antigas e ultrapassadas; as incineradoras de câmara múltipla têm duas ou mais câmaras de combustão.

Este tipo de incineradoras foi concebido para operar a níveis elevados de excesso de ar. São basicamente constituídas por uma estrutura compacta cúbica, com uma serie de câmaras internas e deflectores.

As incineradoras de câmara múltipla foram concebidas para operar de modo descontínuo ou intermitente.

Este tipo de incineração não possui sistema de remoção de cinzas automático, logo o processo tem que ser parado periodicamente, de modo a possibilitar a remoção das cinzas. Tal como a remoção das cinzas, também a alimentação dos resíduos à câmara de combustão é feita manualmente. Depois de alimentados a porta de carga é fechada e o queimador é accionado, para que se atinja a temperatura pretendida. Os componentes voláteis presentes nos resíduos passam, conjuntamente com os gases de combustão para fora da câmara primária, atravessando um canal de chama que liga a câmara primária à câmara de mistura. Os gases produzidos na câmara de mistura são encaminhados para a chaminé da incineradora, sofrendo um tratamento apropriado. (Gomes de Castro, A. , 2003)

Este tipo de incineração de resíduos hospitalares apresenta algumas desvantagens:

- Como a combustão na câmara primária ocorre com excesso de ar, as cinzas são arrastadas provocando assim uma grande emissão de partículas.
- Devido à combustão com excesso de ar, os níveis e a velocidade de combustão na câmara primária não são fáceis de controlar, o que leva a que o controlo do sistema de incineradora possa não assegurar a combustão completa quando a composição e a volatilidade dos resíduos oscila muito.
- Devido ao excesso de ar, a eficiência energética é menor porque requer combustível auxiliar de forma a manter as temperaturas da segunda câmara de combustão.

- **Incineradoras Pirólíticas:**

Neste tipo de incineradora são usadas duas câmaras, a câmara primária (ou câmara de ignição), onde ocorre a queima dos resíduos e a câmara secundária (ou câmara de pós combustão), onde são queimados gases provenientes da câmara primária.

Os resíduos são alimentados à câmara primária e o processo de combustão inicia-se, numa atmosfera com oxigénio abaixo do valor

estequiométrico. A mistura é então volatilizada. A fracção volátil dos resíduos é vaporizada e os gases voláteis são transferidos para a câmara de pós combustão. O carbono fixado nos resíduos é queimado.

Posteriormente, na câmara de pós combustão, o fluxo do ar é regulado de modo a que a câmara opere com excesso de ar, sendo introduzido de forma a gerar turbulência e a promover uma boa mistura entre os componentes da reacção. A mistura de gases/ar é queimada a altas temperaturas, normalmente acima dos 1000°C. (Gomes de Castro, A. , 2003)

Este tipo de incineração apresenta algumas vantagens, como a limitação de oxigénio existente na câmara primária previne a combustão rápida e permite alguma estagnação na câmara, o que faz com que a emissão de partículas seja reduzida. (Gomes de Castro, A. , 2003)

- **Incineradoras de forno rotativo:**

Este tipo de incinerador é constituído por duas câmaras: a primeira é um cilindro rotativo ligeiramente inclinado, onde ocorre a queima dos resíduos e a segunda é também muitas vezes cilíndrica orientada horizontalmente, tendo como função a queima dos gases provenientes da câmara primária.

Depois de alimentar a câmara primária, os resíduos são queimados. À medida que o forno roda, os sólidos vão progredindo até atingirem o extremo oposto ao da alimentação, onde ocorre a remoção automática das cinzas.

Estas podem operar com excesso de ar ou em condições subestequiométricas.

O maior problema deste tipo de incineração de resíduos hospitalares não controlada refere-se à poluição atmosférica que é desencadeada pela emissão de gases. Para minimizar este efeito nocivo no ambiente, os efluentes gasosos devem sofrer processos de depuração antes de serem lançados na atmosfera. (Gomes de Castro, A. , 2003)

	INCINERAÇÃO	AUTOCLAVAGEM	MICROONDAS	DESINFECÇÃO QUÍMICA
 POSITIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da massa dos resíduos; • Resíduo não identificável após tratamento; • Potencial recuperação de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de volume dos resíduos; • Custos de investimento e operação baixos; • Fácil controlo biológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução significativa de volume; • Resíduo irreconhecível; • Ausência de descarga de líquidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução significativa do volume; • Resíduo irreconhecível; • Processamento rápido; • Resíduo sem cheiro.
 NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Oposição pública; • Custos de investimento/exploração elevados; • Elevados custos de manutenção, controlo e reparação; • Formação de dioxinas e furanos; • Restrições legais às emissões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparência do resíduo inalterada; • Massa do resíduo inalterada; • Não aplicável a todos os tipos de resíduos; • Emissões atmosféricas não caracterizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de investimento elevados; • Aumento da massa de resíduos; • Não aplicável a todos os tipos de resíduos; • Potenciais fragmentos contaminados; • Emissões atmosféricas não caracterizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de investimento elevados; • Não aplicável a todos os tipos de resíduos; • Armazenagem e utilização química; • Emissões atmosféricas não caracterizadas.

Quadro 1 – Comparação entre as principais tecnologias de tratamento de RH (adaptado de Portugal-Ramos *et al*, 1999)

Riscos para a Saúde e para o Ambiente

Os resíduos hospitalares podem causar doenças e alterações na saúde e no bem-estar dos indivíduos, podendo dever-se à presença de determinadas características como, por exemplo, agentes infecciosos, materiais invasivos (cortantes e perfurantes), citostáticos, outros fármacos e químicos perigosos/tóxicos e produtos radioactivos.

Os riscos para a saúde, quando em contacto com este tipo de resíduos, podem ser descritos em três âmbitos diferentes:

- **Riscos Biológicos:** estão associados a doenças transmissíveis, e ocorrem devido a resíduos contaminados, que possam conter microrganismos patogénicos;
- **Riscos Físicos:** devidos a: resíduos cortantes e perfurantes, podendo causar ferimentos; substâncias radioactivas; substâncias inflamáveis e explosivas, podendo causar lesões.
- **Riscos Químicos:** devidos a: substâncias químicas perigosas e tóxicas, as quais podem ser inaladas, ingeridas ou quando em contacto com a pele; substâncias carcinogénicas (como é o caso dos resíduos provenientes dos laboratórios de investigação)

Os grupos que estão mais expostos a este tipo de risco são, principalmente, os médicos, enfermeiros, auxiliares de acção médica, funcionários de empresas de prestação de serviços (lavandaria, limpeza, recolha e transporte de RH), doentes e utentes, visitantes e os funcionários que estão relacionados directamente com o tratamento e destino final dos RH. (Pruss et al, 1999)

Existem outros grupos especiais, devido à sua vulnerabilidade como é o caso dos doentes em situação de imunodeficiência ou de imunodepressão, hemofílicos, hemodialisados e toxicodependentes.

Os resíduos hospitalares têm, também, um grande impacto no ambiente e podem ser sintetizados da seguinte forma:

- Contaminação da biota animal e vegetal;
- Toxicidade animal e vegetal;
- Riscos de segurança;
- Contaminação de águas, especial das subterrâneas;
- Contaminação do solo;
- Contaminação do ar;
- Emissão de gases e partículas que contribuem para o aquecimento global (efeito estufa) e depleção da camada de ozono;
- Contaminação de alimentos não protegidos;
- Propagação de vectores de doença;
- Cheiros e aspectos desagradáveis.

Em vários estudos efectuados sobre este campo, tem sido demonstrado que a concentração de microrganismos presentes nos resíduos hospitalares não é geralmente mais elevada do que nos resíduos domésticos e que as suas taxas de sobrevivência são baixas.

Um impacte relevante dos RH no ambiente, diz respeito aos aspectos microbiológicos, toxicológicos e genotóxicos que, associados ao volume de efluentes produzidos, colocam questões sobre o risco potencial destes efluentes para a saúde e para o ambiente. Os efeitos, de carácter cumulativo, que algumas das substâncias podem gerar, a longo prazo, nos ecossistemas receptores, não são desprezáveis. (Noronha, 2000)

Existem também RH perigosos, como é o caso dos citostáticos, que provocam impactes relevantes no ambiente, pois actuam como mutagénicos para os seres vivos, podendo ser letais para alguns organismos. É essencial manter um especial cuidado no manuseamento deste tipo de resíduos, dado que qualquer descarga destes resíduos no ambiente pode originar consequências ecológicas desastrosas (Priuss et al, 1999).

Os resíduos químicos rejeitados no sistema de esgotos têm efeitos adversos nas operações de tratamento que ocorrem nas estações de tratamento de águas residuais, uma vez que destroem a flora biológica, afectando assim o seu funcionamento, e provocam efeitos tóxicos nos ecossistemas dos cursos de água que os recebem (Noronha, 2000).

Outro dos problemas idêntico a este está relacionado com os resíduos farmacêuticos, onde se incluem antibióticos e outras drogas, metais pesados, como o mercúrio (cuja utilização entrou já em desuso), fenóis, desinfectantes e anti-sépticos.

A nível dos ecossistemas naturais é importante lembrar o facto de que os metais pesados, além dos possíveis efeitos de toxicidade aguda, são bio-acumulativos, com todas as consequências decorrentes a nível da cadeia alimentar.

Custos associados à Gestão de Resíduos Hospitalares

O custo resultante da gestão dos resíduos hospitalares varia, consoante a sua classificação, pois esta condiciona a opção de tratamento e o seu destino final. No caso dos resíduos do tipo I e II, no geral, são recolhidos pelos serviços camarários. Em alguns municípios, a recolha é feita mediante o pagamento de uma taxa que varia de empresa responsável pela gestão dos resíduos urbanos, que varia de zona para zona.

Em unidades produtoras de grandes quantidades de resíduos dos grupos I e II, devido ao grande volume de resíduos que produzem, por razões ligadas à gestão ao espaço necessário para o parque de contentores de 1 100 litros, optam por contentores compactadores. As entidades produtoras, nestas situações, recorrem aos serviços de empresas privadas de transporte de resíduos, que praticam custos na ordem dos 0,025€ a 0,035€ por kg de resíduo transportado (Levy *et al.* 2002).

No caso dos resíduos considerados perigosos, grupos III e IV, este tipo de resíduos apesar de haver outras alternativas, anteriormente descritas, a incineração continua a ser esta a mais utilizado pela maioria das unidades hospitalares.

Actualmente, em Portugal, este método de incineradoras tem uma procura superior à oferta o que faz com que cada cliente tenha que negociar o preço de serviço. O Serviço de utilização comum dos Hospitais (SUCH) faz variar o custo do tratamento ao facto de estar associado, ou não, a todo o processo de gestão dos resíduos produzidos pelo cliente e, também, à quantidade de resíduos produzidos. O custo de incineração varia entre os 500€ e os 750€ por tonelada para os RH do grupo IV.

No sector dos RH, todos os operadores incluem os custos de remoção no custo total do serviço. Este custo varia bastante com a dimensão e com a distância entre a fonte de produção e o centro de tratamento. O valor de remoção situa-se no intervalo de 0,45€ a 0,55€/km/kg. (Levy *et al.* (2002).

Quanto aos custos de autoclavagem variam de agente para agente e, em simultâneo, com a quantidade de resíduos produzidos pela Unidade de prestação de Cuidados de Saúde (UPCS). Os preços oscilam entre 500€ e 700€ por tonelada. Assim, as tarifas actualmente praticadas no tratamento por autoclavagem, incluindo a recolha, variam entre 0,45€ e 0,65€ por kg.

Quanto à deposição final dos resíduos equiparados a urbanos é variável de aterro para aterro e de acordo com quantidade a depositar, situando-se em média entre 0,20€ e 0,50€/kg.

A todos estes custos é necessário não esquecer que são acrescentados outros custos como os de tratamento, de acordo com o tipo de RH e a deposição final.

Conclusão

Para uma adequada gestão dos resíduos hospitalares é necessária uma boa organização e administração, mas também de uma participação activa do pessoal. Para isso, estes devem ter formação a esse nível.

Neste momento existe apenas uma única incineradora hospitalar que é a incineradora do Hospital Júlio de Matos – situada no Parque da Saúde de Lisboa, que esteve encerrada pois não cumpria os termos legislados (foram identificadas emissões de dioxinas e furanos 30 vezes acima do limite legal nas condições impostas pela Declaração de Impacte Ambiental).

A contínua existência apenas de uma incineradora foi proposta pois constatava-se de que, na sua maioria, as 34 incineradoras que existiam não eram mais do que simples queimadores, que punham em risco não só a saúde dos trabalhadores mas também o ambiente.

Neste trabalho queríamos colocar dados de custos e quantidades produzidas de um determinado hospital do nosso país. Como até hoje nenhum dos hospitais nos forneceu dados nenhuns não os colocamos no presente trabalho.

Caso até à data sejam fornecidos alguns dados iremos coloca-los na nossa apresentação oral deste trabalho, por forma a enriquecer ainda mais o trabalho.

Bibliografia

- Formosinho, S. e outros (2000). *Parecer relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos* – Comissão Científica independente de controlo e fiscalização ambiental da co-incineração. Cascais. Principia.
- A. Prüss, E. Giroult, P. Rushbrook (1999). *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. Geneva. World Health Organisation
- Noronha, V. (2000) *Tratamento de Águas Residuais em Unidades Prestadoras de Cuidados de Saúde*. Monte da Caparica: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Tese de Mestrado em Engenharia Sanitária.
- Ramos, M.P. e outros (1999). *Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares*. Ministério da Saúde e do Ambiente. Lisboa
- Gomes de Castro, A. e outros (2003). *O Ambiente e a Saúde*. Lisboa. Instituto Piaget.
- Incineração.online.pt. Disponível em <http://www.incineracao.online.pt/residuos-hospitalares-incineracaoonlinept> [Em linha] Consultado em 25.02.2009
- Tavares, A. e outros (2007). *Plano de Gestão de Resíduos Hospitalares em Centros de Saúde*. Lisboa. Direcção Geral da Saúde – Ministério da Saúde.
- DGS (2006). *Relatório Síntese de 2005 de Resíduos Hospitalares*. Direcção-Geral da Saúde. Divisão de Saúde Ambiental. Lisboa. Julho.
- Gonçalves, M. G. (2005). *Gestão de Resíduos Hospitalares: conhecimentos, opções e percepções dos profissionais de saúde*. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa.
- Levy, J.Q. e outros (2002). *O Mercado dos Resíduos em Portugal*. Associação das Empresas Portuguesas do Sector do Ambiente. Novembro. 269 pp.
- Martinho, M. G. e Gongalves, M. G. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta. Lisboa.
- Martins, C. A. (2006). *Gestão de Resíduos Hospitalares nos Centros de Saúde: Concepções e práticas dos enfermeiros*. Dissertação apresentada para

obtenção do Grau de Mestre em Estudos da Criança – Promoção da Saúde e do Meio Ambiente, pela Universidade do Minho, Instituto de Estudos da Criança. Braga.

- Tavares, A. M. B. (2004). *A Gestão dos Resíduos Hospitalares e o Papel da Autoridade de Saúde – Caso do Concelho da Amadora*. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Doutor pela Universidade Nova de Lisboa, Escola Nacional de Saúde Pública. Lisboa.
- Wagner, K. D. (1991). Managing medical wastes. *Environmental Science & Technology*, 25 (7), 1208-1210.
- Ramos, M. e outros (1999). *Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares*. Ministério da Saúde e do Ambiente. Lisboa.

ANEXOS

Anexo 1

REGIÕES	GRUPOS	QUANTIDADE DE RH POR GRUPO							
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	SUB-TOTAL
NORTE	Grupo I+II (kg)	270 903	28 081	300 996	121 515	349 201	254 183	560 490	1 885 369
	Grupo III (kg)	181 806	26 435	105 867	64 726	190 785	177 280	204 605	951 504
	Grupo IV (kg)	12 339	29 153	35 311	3 506	15 665	15 602	16 842	128 418
TOTAL	(kg)	465 048	83 669	442 174	189 747	555 651	447 065	781 937	2 965 291
CENTRO	Grupo I+II (kg)	240 382	179 828	111 480	250 565	172 512	173 369	303 952	1 432 088
	Grupo III (kg)	133 883	63 157	59 466	111 577	70 554	98 388	148 808	685 833
	Grupo IV (kg)	10 960	14 170	14 373	16 071	11 740	12 581	19 509	99 404
TOTAL	(kg)	385 225	257 155	185 319	378 213	254 806	284 338	472 269	2 217 325
LVT	Grupo I+II (kg)	9 948	399 685	297 797	1 167 378	1 129 663	1 081 862	1 046 697	5 133 030
	Grupo III (kg)	280 436	45 357	200 311	266 858	204 006	233 948	199 284	1 430 200
	Grupo IV (kg)	16 699	2 619	12 839	26 038	17 705	18 535	11 325	105 760
TOTAL	(kg)	307 083	447 661	510 947	1 460 274	1 351 374	1 334 345	1 257 306	6 668 990
ALENTEJO	Grupo I+II (kg)	40 825	40 277	92 362	53 817	111 546	108 561	161 814	609 202
	Grupo III (kg)	71 746	22 913	48 830	103 743	96 063	65 974	62 246	471 515
	Grupo IV (kg)	3 690	1 432	4 722	3 536	5 368	6 987	5 026	30 761
TOTAL	(kg)	116 261	64 622	145 914	161 096	212 977	181 522	229 086	1 111 478
ALGARVE	Grupo I+II (kg)	131 101	Sem dados	153 185	170 087	148 777	164 677	143 966	911 793
	Grupo III (kg)	25 731	Sem dados	25 974	24 831	26 154	31 786	31 521	165 997
	Grupo IV (kg)	2 976	Sem dados	3 869	3 169	3 783	4 309	4 329	22 435
TOTAL	(kg)	159 808		183 028	198 087	178 714	200 772	179 816	1 100 225

Quadro 1- Produção total de RH declarada nos Centros de Saúde (adaptado de DGS, 2006; DGS, 2007c)