

# INSTRUMENTO PARA VISTORIA EM INCINERADORES: UM MODELO BASEADO NO CONTEXTO DOS GERADORES DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Marcos Paulo Gomes Mol<sup>1</sup>  
Elci de Souza Santos<sup>2</sup>  
Ilana de Souza Nunes<sup>3</sup>

## RESUMO

O gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) representa um desafio aos órgãos e instituições envolvidos. Entre as principais legislações vigentes no Brasil sobre este tema, estão a RDC ANVISA N°306/2004 e a CONAMA 358/2005, que estabelecem a responsabilidade do gerador de RSS desde a geração até a disposição final. Uma técnica de tratamento adotada para RSS é a incineração, processo físico-químico de oxidação a temperaturas elevadas. Essa atividade requer controle ambiental como alternativa para evitar impactos ambientais negativos. Ao enviar resíduos a uma empresa incineradora, o gerador de RSS compartilha com o prestador de serviço a responsabilidade pelos possíveis impactos negativos provocados no meio ambiente na etapa de tratamento. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de questionário para orientar os geradores de RSS durante as auditorias em empresas de incineração. O questionário abrange assuntos como documentação, instalações, tecnologias, controles, registros de processo e monitoramento ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incineração; Resíduos de Serviço de Saúde; Gerenciamento de resíduos; Auditoria Ambiental.

## HERRAMIENTA PARA LA INSPECCIÓN EN UNA EMPRESA INCINERADORA – UN MODELO BASADO EN EL CONTEXTO DE GENERADORES DE RESIDUOS SANITARIOS

### RESUMEN

El gerenciamento de Residuos Sanitarios (RS) representa un reto para las instituciones involucradas. Entre las principales legislaciones vigentes en el Brasil relacionadas con este tema, están las resoluciones RDC ANVISA N°306/2004 y CONAMA 358/2005, que establecen la responsabilidad del generador de RS desde la generación hasta la disposición final. Una técnica de tratamiento adoptada para RS es la incineración, proceso físico-químico de oxidación a temperaturas elevadas. Esa actividad requiere el control ambiental como alternativa para evitar los impactos ambientales negativos. Así que envía residuos a una empresa incineradora, el generador de RS comparte con el prestador del servicio la responsabilidad por los posibles impactos negativos provocados en el medio ambiente durante el tratamiento. El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de lista de verificación para orientar a los generadores de RS durante las auditorías en empresas de incineración. La lista de verificación

---

1 Mestre em Saneamento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Minas Gerais. Fundação Ezequiel Dias.  
**E-mail:** marcos\_mol@yahoo.com.br

2 Especialista em Gestão e Qualidade Hospitalar pela Escola de Saúde Pública de Minas Gerais. Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. **E-mail:** elciki7@gmail.com

3 Mestre em Tecnologia pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Instituto Vital Brazil. **E-mail:** ilana.ivb@gmail.com

comprende assuntos como documentação, instalações, tecnologias, controles, registros de processo y monitoreo ambiental.

**PALABRAS CLAVES:** Incineración; Resíduos Sanitários; Gerenciamento de resíduos; Auditoría Ambiental.

## CHECKLIST FOR INSPECTION IN INCINERATORS – A MODEL BASED ON THE CONTEXT OF HEALTH CARE WASTE GENERATORS

### ABSTRACT

The management of health care wastes (HCW) is a challenge to institutions involved. The current legislations in Brazil about HCW are ANVISA RDC 306/2004 and CONAMA 358/2005, which establishes the responsibility of the HCW generator from generation to disposal. Incineration is an adopted technique for treatment of this wastes, by physico-chemical process of oxidation at high temperatures. This activity requires environmental control to avoid negative environmental impacts. When sending wastes for an incinerator, the HCW generator shares the responsibility for negative impacts on the environment with the incineration company. The aim of this paper is to present a model checklist to guide HCW generators during audits in incinerators. The questions covers issues such as documentation, facilities, technologies, controls, process records and environmental monitoring.

**KEY-WORDS:** Incineration; Health Care Waste; Waste Management; Environmental Audit.

## INTRODUÇÃO

Diante do atual modelo tecnológico industrial, onde há incorporação de novo valor de consumo, maior e diferenciado, a geração de resíduo urbano sofre um crescente aumento nos que diz respeito à quantidade e diversidade. O crescimento desordenado e a ausência de planejamento para sua gestão oferecem potencial risco ao meio ambiente, sendo considerado um dos maiores problemas de poluição (Dias, 2003).

A gestão de resíduos, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, consiste em todas as atividades administrativas e operacionais envolvidas no manuseio, tratamento, acondicionamento, armazenamento e eliminação de resíduos, incluindo transporte (WHO, 1999).

Considerando que a degradação ambiental ameaça o bem estar social, medidas para minimizar os impactos ambientais devem estar entre as preocupações das organizações, principalmente daquelas que atuam no campo da saúde, e normalizadas por políticas públicas. Para as organizações ligadas à área de saúde, incluindo hospitais, ambulatórios, consultórios médicos e odontológicos, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, entre outros, destaca-se o adequado gerenciamento dos resíduos como alternativa para minimizar os impactos negativos do descarte e evitar danos para o meio ambiente e população.

Entre os diferentes tipos de resíduos gerados atualmente na sociedade, Takayanagui (2005) e Ventura, Reis e Takayanagui (2010) destacam especialmente os resíduos de serviço de saúde – RSS, devido ao potencial de apresentarem características biológicas, químicas e físicas perigosas. Embora representem uma pequena parcela quando comparados aos resíduos sólidos urbanos – RSU, alguns RSS podem ser fonte de disseminação de doenças, sendo, portanto, objeto de preocupação e estudo de órgãos de saúde, órgãos ambientais e pesquisadores da área.

Em ambiente hospitalar, o risco dos pacientes adquirirem uma infecção é maior caso sejam negligenciadas as medidas adequadas para o gerenciamento dos RSS. Uma falha, por exemplo, quando os resíduos potencialmente contaminados não recebem o devido tratamento prévio antes da destinação final, pode levar ainda a riscos que extrapolam as fronteiras físicas do estabelecimento gerador. A capacidade dos RSS de impactar negativamente à sociedade abrange desde contaminações biológicas que elevam os índices de infecção hospitalar até a proliferação de enfermidades devido a contaminações do lençol freático (Almeida, 2003; Naime, Naime e Ramalho, 2006 como citado em Tramontini, 2009; Barros, 2012).

O tratamento prévio, quando necessário, deve ser realizado no ambiente interno pelo gerador de RSS, ou em alguns casos, pode ser realizado tratamento externo por empresa terceirizada de acordo com a classificação do RSS, atendendo as orientações das legislações vigentes.

Uma vez que os estabelecimentos de saúde têm responsabilidade sobre seus RSS desde a geração até a destinação final, mesmo que alguma etapa venha a ser executada ou coordenada pelo poder público e ou terceiros, o gerador deve garantir sua execução de forma correta e segura (Brasil, 2004).

Segundo a Abrelpe (2013), o tratamento térmico através da incineração é a técnica mais utilizada para o tratamento dos RSS no Brasil. Portanto, a proposta deste artigo é apresentar um modelo de questionário para realização de auditoria externa em empresas de incineração, criado com vistas a facilitar e complementar a forma de acompanhamento dos serviços prestados aos geradores de RSS, servindo também como modelo a quaisquer outros interessados em vistoriar este tipo de tratamento térmico de resíduos.

## RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Os resíduos de serviços de saúde são parte importante do total de resíduos sólidos urbanos, não necessariamente pela quantidade gerada (cerca de 1% a 3% do total), mas pelo potencial de risco que representam à saúde pública e ao meio ambiente (Brasil, 2006). Além disto, o volume desses resíduos tem crescido 3% ao ano, um fenômeno alimentado pelo crescimento do uso de descartáveis que sofreu ampliação de 5% para 8% ao ano (Petranovich, 1991 citado por Naime et al., 2004).

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, do total de resíduos gerados pelas atividades de saúde, aproximadamente 80% são similares aos resíduos domésticos. Os demais 20% são considerados materiais perigosos que podem ser infecciosos, tóxicos ou radioativos. De todos os tipos de RSS gerados, os perfurocortantes representam cerca de 1% e merecem cuidado especial por representarem alto risco de contaminação em casos de acidentes (WHO, 2007).

Os serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, cabendo aos órgãos públicos, dentro de suas competências, a gestão, regulamentação e fiscalização (Brasil, 2006).

## **NORMATIZAÇÃO BRASILEIRA**

Para resíduos de serviços de saúde, atualmente no Brasil, os órgãos normalizadores são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa e o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, cujos instrumentos normativos, RDC nº 306/2004 e Resolução nº 358/05, respectivamente, são o principal material disponível sobre gerenciamento desse tipo de resíduo.

A RDC nº 306/2004 dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. De acordo com este documento, RSS são 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, provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; provenientes de barreiras sanitárias, e medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados.

A Anvisa determina que o gerenciamento de RSS deve considerar as características e riscos no manejo dos resíduos durante a geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como deve incluir ações de proteção a saúde pública e ao meio ambiente (Brasil, 2004).

A Resolução do Conama nº 358, de 29 de abril de 2005, define que o gerador do RSS é o responsável legal, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais, de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária de todos aqueles, pessoas físicas e jurídicas que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final.

Ainda em âmbito federal, a Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos – PNRS é considerada um marco regulatório na questão dos resíduos sólidos, além de ser um importante passo para a alteração dos padrões de produção e consumo em busca do desenvolvimento sustentável. São objetivos principais desta lei a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental e o incentivo a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A PNRS altera o modelo de gerenciamento existente, introduzindo novos conceitos como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, no qual sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais e federal são igualmente responsáveis

pela gestão dos resíduos sólidos, reforçando a coresponsabilidade dos geradores e as empresas prestadoras de serviço para o tratamento e destinação final de RSS.

## CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DOS RSS

Os resíduos devem ser classificados em grupos e subgrupos para facilitar a execução da atividade e dar o correto tratamento para cada grupo. A classificação dos RSS objetiva destacar a composição desses resíduos visando seu manejo seguro, segundo suas características biológicas, físicas, químicas, o estado da matéria e sua origem, e os riscos de transmitir doenças, provocar acidentes ocupacionais ou promover danos ao meio ambiente.

Os RSS são classificados da seguinte maneira, tanto para Anvisa quanto para Conama:

- Grupo A - Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção. Este grupo se subdivide em A1, A2, A3, A4 e A5.
- Grupo B - Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
- Grupo C - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contêm radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.
- Grupo D - Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
- Grupo E - Materiais perfurocortantes ou escarificantes.

## TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RSS

Para a descontaminação dos resíduos infectantes, deve ser aplicado tratamento prévio através da aplicação de processos térmicos, químicos ou biológicos, de eficiência comprovada, visando reduzir ou eliminar o risco de contaminação, acidentes ocupacionais ou dano a saúde pública e ao meio ambiente. Já o tratamento final pode ser efetuado por técnicas como: vala séptica, microondas, pirólise, plasma térmico, autoclavagem, esterilização de gases e incineração. A escolha depende da adequação da técnica às características quali-quantitativas do resíduo e do seu fluxo nos ambientes externos e internos do estabelecimento gerador (Brasil, 2004; Teixeira, 2004; Spina, 2005).

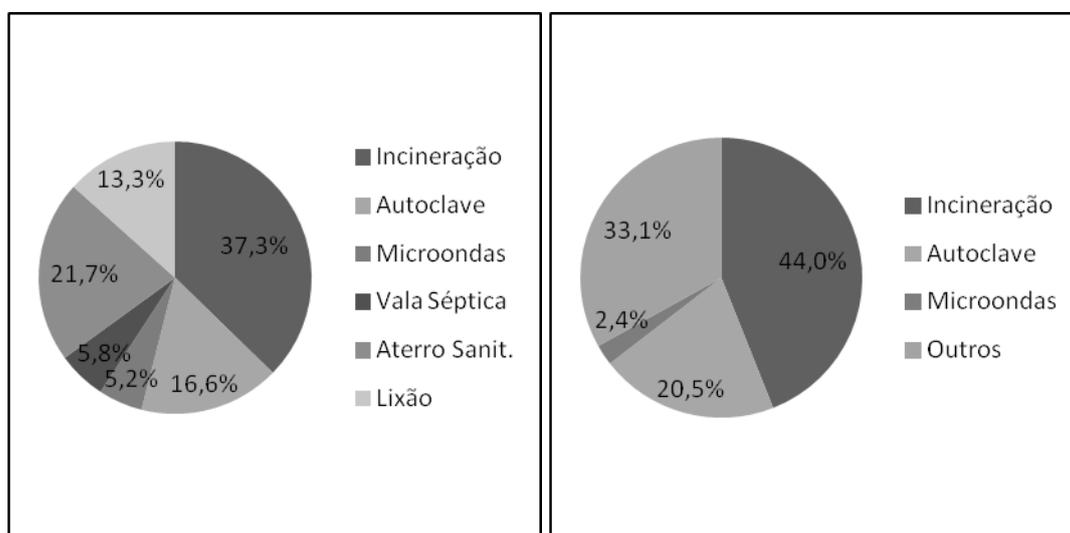
Dentre os resíduos com risco biológico gerados em estabelecimento de saúde, as resoluções Anvisa RDC 306/2004 e Conama nº 358/2005 definem que aqueles cujo potencial de contaminação é elevado (subgrupos A1, A2 e A5) devem ser descontaminados no local de

geração, previamente à destinação final, a qual pode ser a disposição em aterro sanitário devidamente licenciado para receber este tipo de resíduo. Há exceções de resíduos que podem ser encaminhados diretamente para tratamento externo, como as bolsas de sangue.

A disposição final é a prática de dispor os resíduos no solo previamente preparado para recebê-los, de acordo os parâmetros estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes. Tem como objetivo reduzir a padrões aceitáveis os riscos para o ar, o solo e os recursos hídricos, além o risco de transmissão de doenças, já que apenas os resíduos com tratamento prévio podem ser dispostos no solo (Brasil, 2004).

No Brasil, a maioria dos 5.565 municípios tem encontrado dificuldades em garantir a gestão dos resíduos em conformidade com a legislação, devido a restrições orçamentárias e a falta de capacidade. Mais de 4.000 municípios são considerados pequenos (menos de 20 mil habitantes) e apenas alguns deles têm bons sistemas de gestão de resíduos sólidos (Ferreira, Bila, Ritter & Braga, 2012).

A Figura 1 apresenta informações sobre como os municípios brasileiros destinam os RSS coletados. Como pode ser observado, a técnica de incineração dos RSS é a mais adotada. Destaca-se ainda a situação crítica de disposição inapropriada deste tipo de resíduo, quando destinados para lixões. A administração inadequada dos resíduos pode levar a impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública.



**Figura 1** - Principais formas de tratamento e destinação final de RSS adotados no Brasil em 2012 (esq.) e 2013 (dir.). Fonte: Adaptado de Abrelpe. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013*.

Muitos municípios brasileiros não possuem aterros sanitários licenciados para receber resíduos domiciliares nem resíduos biológicos de menor risco (subgrupo A4), ou mesmos os demais resíduos biológicos após tratamento prévio. Os geradores de RSS localizados nessas regiões utilizam como alternativa de tratamento a técnica da incineração, aplicável ao tratamento de vários tipos de resíduos perigosos, incluindo tanto os biológicos quanto os químicos.

## INCINERAÇÃO

A incineração consiste em um processo de oxidação térmica, com temperaturas do processo variando de 800 a 1300 °C. Nessas temperaturas e com excesso de oxigênio, por se tratar de uma atmosfera fortemente oxidante, ocorre a destruição térmica dos resíduos orgânicos, com a conseqüente redução de volume e de toxicidade do material incinerado. Em geral, a incineração não é usada com o intuito único de redução de volume, pois, se comparada com outros processos, ela se torna economicamente inviável, quando adotada apenas para essa finalidade. A incineração está associada à eliminação de contaminantes altamente persistentes, tóxicos e inflamáveis. Estão incluídos aqui solventes e óleos não passíveis de recuperação, defensivos agrícolas e produtos farmacêuticos. A NBR N° 11.175, que Normatiza a incineração de resíduos perigosos, define os requisitos de operação e os padrões de emissão de HCl, HF, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e materiais particulados, estabelecendo o monitoramento contínuo e orientando sobre o chamado teste de queima (ABNT, 1990).

Dentre as vantagens da incineração, pode ser apontada a redução significativa do volume e da massa de resíduos, além da possibilidade de destruição de patógenos nos resíduos e da recuperação energética. Porém, quando comparado com outros métodos, o processo de combustão apresenta desvantagens como alta emissão de gases tóxicos e geração de resíduos sólidos nocivos, tais como cinzas volantes. A incineração tem potencial de emissão atmosférica de substâncias perigosas como gases tóxicos, particulados, metais pesados, dioxinas e furanos. Alguns estudos apontam o prejuízo à saúde de comunidades localizadas no entorno de empresas incineradoras (Quina, Santos, Bordado & Quinta-Ferreira, 2008; Franchini, Rial, Buiatti & Bianchi, 2004; Gouveia & Prado, 2010).

Sendo assim, o sistema de incineração requer uma unidade de tratamento de gases previamente ao seu lançamento, em atendimento aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, e o encaminhamento seguro e cauteloso das cinzas para a destinação apropriada (Quina, Santos, Bordado & Quinta-Ferreira, 2008).

A prioridade, quando se abordam os sistemas de incineração com ênfase nos resíduos, não é a conservação de energia e nem tão pouco a reciclagem de materiais. A ênfase é eliminar resíduos perigosos que podem causar danos ao meio ambiente ou à saúde das populações, caso não sejam gerenciados corretamente (Pacheco, Hemais, Fontoura e Rodrigues, 2003).

De forma a delimitar os possíveis impactos da atividade de tratamento de resíduos por incineração, foi publicada a Resolução Conama n° 316/2002 que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Avaliar o potencial impacto ambiental da atividade de incineração de resíduos representa um desafio encarado por muitos pesquisadores que se utilizam de diversas ferramentas para alcançar este objetivo. Na França e em Taiwan, pesquisadores adotaram o método da Análise do Ciclo de Vida – ACV para avaliar os aspectos ambientais e potenciais impactos

do sistema de incineração, alcançando qualidade, precisão e representatividade nos resultados (Ning, Chang & Hung, 2013; Beylot & Villeneuve, 2013).

ACV é uma das metodologias aplicadas à gestão ambiental utilizada para avaliar de maneira sistemática o impacto ambiental de bens e serviços através da quantificação dos fluxos de energia e de materiais ao longo do ciclo de vida do produto, processo ou serviço (ABNT, 2009).

Sua aplicação em um sistema de incineração apresenta vantagens como o auxílio na seleção de indicadores de desempenho ambiental com a identificação de oportunidades de melhoria. Porém uma das limitações é o imenso volume de dados requeridos, o longo período para realização do estudo, a indisponibilidade, dificuldade de acesso ou qualidade inadequada das informações necessárias, levando a uma possível subjetividade dos resultados (ABNT, 2009; Silva, 2010).

O método de ACV, mesmo sendo considerada uma abordagem relativa, é adequado para realizar a avaliação ambiental do processo de incineração quando se dispõe de especialistas na área, não sendo esta a realidade da maioria das organizações geradoras de RSS no Brasil. A perspectiva de criação de um roteiro específico e didático poderia facilitar a compreensão dos usuários (Barbosa Júnior, et al. 2008).

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O questionário “Roteiro para Auditoria em Incineradora” é consequência de um projeto de dissertação de mestrado, concluído em 2011, que teve como objetivo avaliar a percepção dos atores envolvidos no processo de incineração de RSS gerados em um município do estado de Minas Gerais no que se refere ao princípio da responsabilidade compartilhada. Durante a pesquisa, observou-se a dificuldade de realização de auditorias em empresas de incineração, devido à falta de conhecimento sobre os processos (Mol, 2011).

Elaborado com base na Resolução N° 316/2002 do Conama, o questionário representa uma compilação das principais características que devem ser avaliadas pelos gestores de empreendimentos geradores de RSS ao contratar uma empresa para tratar e destinar corretamente os seus resíduos, e posteriormente auditar a execução dos serviços. Espera-se contribuir com melhorias na atuação dos estabelecimentos de saúde no que diz respeito à responsabilidade compartilhada.

As vantagens do questionário proposto estão vinculadas à criação de uma ferramenta para monitorar o funcionamento das empresas incineradoras, de forma a identificar o cumprimento dos aspectos legais e proporcionar melhorias possíveis no processo. Destaca-se que todos os tipos de incineradores apresentam potencial de liberação de poluentes para a atmosfera na forma de gases, cinzas e outros resíduos. Uma matriz de inúmeras substâncias químicas é liberada, incluindo alguns que atualmente não são identificados. Dentre esses produtos químicos, estão as dioxinas, bifenilas policloradas

(PCBs), naftalenos policlorados, benzenos clorados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, numerosos compostos orgânicos voláteis (VOCs), e metais pesados como chumbo, cádmio e mercúrio (Allsopp, Costner & Johnston, 2001).

O questionário contém 13 itens que abrangem assuntos como documentação, instalações e tecnologias, controles e registros de processo, além de monitoramento ambiental. As questões podem ser respondidas com “Sim”, “Não” e “Parcialmente”, havendo ainda um espaço destinado à observações.

Houve a aplicação em duas empresas de incineração de Minas Gerais, selecionadas aleatoriamente, durante o ano de 2011. As respostas foram avaliadas segundo os requisitos legais vigentes, seguindo integralmente a proposta do questionário.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O questionário proposta para fiscalização das empresas de incineração pelos geradores de RSS encontra-se na Tabela 1. Nota-se que houve esforço em tornar simplificado o processo de análise, sem deixar de contemplar os aspectos legais previstos na legislação vigente no Brasil. Também estão contemplados alguns aspectos atrelados à avaliação dos impactos ambientais.

**Tabela 1**

Questionário “Roteiro para Auditoria em Incineradora”

| ROTEIRO PARA AUDITORIA EM INCINERADORA |  |                      |   |   |             |
|--|--|----------------------|---|---|-------------|
| Empresa: _____                         |  | Data: ____/____/____ |   |   |             |
| Resp. Empresa: _____                   |  | Auditor: _____       |   |   |             |
| Avaliação da Documentação              |  | S                    | N | P | Observações |
| 1                                      | Existe registro de análise de alternativas tecnológicas que comprove que a escolha da tecnologia adotada está de acordo com o conceito de melhor técnica disponível? |                      |   |   |             |
| 2                                      | O incinerador está instalado em áreas residenciais ou complexos hospitalares?  |                      |   |   |             |
| 3                                      | Apresentação do Registro do Teste de Queima  |                      |   |   |             |
| 3.1                                    | A taxa de eficiência de destruição e remoção (EDR) foi superior ou igual a 99,99% para o principal composto orgânico perigoso (PCOP) definido no Teste de Queima?    |                      |   |   |             |
| 3.2                                    | A primeira verificação do cumprimento aos Limites Máximos de Emissão foi realizada em plena capacidade de operação?  |                      |   |   |             |
| 3.3                                    | A data de realização do teste de queima refere-se a obtenção ou renovação de licença e contempla as modificação das condições operacionais atuais?                   |                      |   |   |             |
| 3.4                                    | O sistema de intertravamento para interromper automaticamente a alimentação de resíduos foi avaliado previamente ao Teste de Queima?                                 |                      |   |   |             |

| ROTEIRO PARA AUDITORIA EM INCINERADORA |   |                      |   |   |
|--|---|----------------------|---|---|
| Empresa: _____                         |   | Data: ____/____/____ |   |   |
| Resp. Empresa: _____                   |   | Auditor: _____       |   |   |
| Avaliação da Documentação              | S | N                    | P | Observações   |
| 3.5                                    |   |                      |   | As coletas de amostras foram realizadas em triplicata?  |
| 4                                      |   |                      |   | Os documentos na forma de relatórios (registros de operação, manutenção, interrupção do sistema, quantidade de resíduo tratado, sua caracterização, blendagem, escórias produzidas e verificações das emissões de poluentes do ar e da água) são devidamente arquivados? Há conhecimento sobre a necessidade de arquivamento por 25 anos? |
| 4.1                                    |   |                      |   | São emitidos certificados de tratamento térmico atestando cumprimento das condicionantes da licença ambiental ao contratante da operação?   |
| 5                                      |   |                      |   | A empresa apresentou o documento de Licenciamento Ambiental e registro do cumprimento de suas condicionantes dentro do prazo estabelecido pelo órgão ambiental?   |
| 5.1                                    |   |                      |   | Foi apresentado documento de Análise de Risco?  |
| 5.2                                    |   |                      |   | Foi apresentado o Plano de Contingência?  |
| 5.3                                    |   |                      |   | Foi apresentado o Plano de Emergência?  |
| 6                                      |   |                      |   | A empresa apresentou registro de capacitação dos operadores nos temas relacionados à operação, cuidados ambientais e acidentes de trabalho?   |
| 7                                      |   |                      |   | Foi apresentado Plano de Inspeção e Manutenção do Sistema, com registros completos das intervenções de inspeção, manutenção e calibração dos equipamentos de medição?   |
| 7.1                                    |   |                      |   | Foi apresentado Sistema de Automonitoramento, capaz de manter o registro dos efluentes discriminados nas condicionantes do processo de licenciamento?   |
| 8                                      |   |                      |   | Nas áreas de armazenamento de resíduos existem procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas?   |
| 9                                      |   |                      |   | As anormalidades envolvendo derramamento ou vazamento de resíduos são registradas pelo responsável técnico, a fim de avaliar os eventuais danos ocorridos ao meio ambiente?   |
| 10                                     |   |                      |   | Foram apresentados os registros de: transporte, estocagem, identificação e análise dos resíduos que constituirão a carga de alimentação do sistema (blendagem)?   |
| 10.1                                   |   |                      |   | As amostras representativas das etapas de destruição térmica são preservadas pelo período de seis meses, para eventuais comprovações, a critério do órgão ambiental competente?   |
| 10.2                                   |   |                      |   | O Plano de Emergência está implantado? Verificar as ações propostas no documento (Etapa Inicial) e sua aplicabilidade.  |

| ROTEIRO PARA AUDITORIA EM INCINERADORA |  |                      |   |   |             |
|--|--|----------------------|---|---|-------------|
| Empresa: _____                         |  | Data: ____/____/____ |   |   |             |
| Resp. Empresa: _____                   |  | Auditor: _____       |   |   |             |
| Avaliação da Documentação              |  | S                    | N | P | Observações |
| 10.3                                   | Existe registro de controle da temperatura nas etapas de incineração (queima de sólidos/líquidos e queima de gases)?   |                      |   |   |             |
| 10.4                                   | Existe sistema de pressão negativa eficiente no incinerador? (este sistema impede saída de gases e vapores a cada abertura para alimentação do forno).   |                      |   |   |             |
| 11                                     | A empresa possui unidades de recepção, armazenamento e alimentação de resíduos?  |                      |   |   |             |
| 11.1                                   | Possui tratamento das emissões de gases e partículas compatível com o incinerador?   |                      |   |   |             |
| 11.2                                   | Possui procedimentos e registros de tratamento/destinação final apropriada de cinzas e escórias?   |                      |   |   |             |
| 11.3                                   | Possui tratamento de efluentes líquidos compatível com a operação?   |                      |   |   |             |
| 12                                     | O Monitoramento e Controle Atmosférico apresentam equipamentos apropriados?  |                      |   |   |             |
| 12.1                                   | Há disponibilidade de acesso ao ponto de descarga, que permita a verificação periódica dos limites de emissões fixados pela Resolução CONAMA 316/2002?   |                      |   |   |             |
| 12.2                                   | Há sistema de monitoramento contínuo com registro para teores de oxigênio (O <sub>2</sub> ) e de monóxido de carbono (CO), no mínimo, além de outros parâmetros definidos pelo órgão ambiental competente? |                      |   |   |             |
| 12.3                                   | É realizada análise bianual das emissões dos poluentes orgânicos persistentes e de funcionamento dos sistemas de intertravamento?  |                      |   |   |             |
| 12.4                                   | Existem registros periódicos de validação, calibração e certificação dos equipamentos de incineração, de medições e tratamentos de efluentes atmosféricos?   |                      |   |   |             |
| 13                                     | Todo material não completamente processado deverá ser considerado resíduo e ser submetido a tratamento térmico?  |                      |   |   |             |

Legenda: S - Sim; N - Não; P - Parcialmente.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Costa (2007), os quatro maiores subsistemas que podem estar presentes em um processo de incineração de resíduos perigosos e, em particular, os RSS, são (1) Preparação e alimentação do resíduo; (2) Câmara(s) de combustão; (3) Controle dos poluentes atmosféricos e (4) Manuseio da cinza/resíduo. Cada um desses subsistemas pode ser avaliado através dos itens do questionário listados na Tabela 2.

**Tabela 2**

Itens do questionário para avaliação dos subsistemas de incineração.

| Subsistemas de incineração          | Itens do questionário                       |
|-------------------------------------|---|
| Preparação e alimentação do resíduo | 4, 8, 9, 10, 11                             |
| Câmaras de combustão                | 3 (3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5), 7, 12.4       |
| Controle dos poluentes atmosféricos | 7.1, 10.3, 10.4, 11.1, 12, 12.2, 12.3, 12.4 |
| Manuseio da cinza/resíduo           | 11.1, 11.2, 13                              |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando as determinações da NBR N° 11.175 (1990), que normatiza a incineração de resíduos perigosos, definindo os requisitos de operação e os padrões de emissão de ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e materiais particulados, estabelecendo o monitoramento contínuo e orientando sobre o teste de queima (ABNT, 1990), constata-se que o questionário também contempla o requisitos do teste de queima no item 3 (subitens 3.1 a 3.5). Além disso, os itens 7.1 e 12.2 abordam as questões referentes ao sistema de automonitoramento e registros dos efluentes discriminados nas condicionantes do processo de licenciamento, que devem abordar os padrões de emissões de compostos como CO, SO<sub>2</sub>, HCl, dentre outros.

Alguns itens (7.1, 10.3, 11.1, 11.2, 12.2) associados ao Controle dos poluentes atmosféricos e ao Manuseio da cinza/resíduo, conforme Tabela 2, apresentam critérios similares à avaliação dos impactos ambientais previsto no método Análise do Ciclo de Vida, que permitem avaliar a poluição atmosférica, sistema de abastecimento energético e consumo de combustíveis auxiliares para o processo de incineração (Damgaard, Riber, Fruergaard, Hulgaard, & Christensen, 2010).

Instalações incineradoras pesquisadas na França apresentaram resultados divergentes, sendo que algumas plantas industriais demonstraram efeitos benéficos ao meio ambiente e operavam de forma adequada sobre o ponto de vista técnico, enquanto outras unidades, por outro lado, se mostraram ultrapassadas e geradoras de impactos negativos ao ambiente (Beylot & Villeneuve, 2013). O estudo realizado na França adotou a metodologia Análise do Ciclo de Vida, distinta da proposta do presente artigo, porém reforça a importância de se efetivar medidas de se auditar periodicamente as empresas de incineração de resíduos. A garantia do contratante de que os serviços de incineração a ele prestados estão em conformidade com a legislação ambiental vigente pode ser melhor demonstrada através de inspeções periódicas e não agendadas.

A aplicação do questionário em duas empresas de incineração de Minas Gerais evidenciou que estas não estavam preparadas para receber auditorias, especialmente devido à ausência de alguns documentos previstos na legislação que deveriam estar disponíveis para consulta, previstos na legislação. A avaliação de alguns documentos, tais como o teste de queima, representa um desafio aos profissionais dos estabelecimentos de saúde,

uma vez que requer conhecimento específico de química, e nem todos os profissionais possuem este conhecimento. Assim, percebe-se a necessidade de capacitação prévia para a formação dos auditores.

Em pesquisa realizada em Belo Horizonte/MG, alguns geradores de RSS relataram, durante o questionamento sobre as condições técnicas para avaliar os possíveis impactos ambientais gerados durante a incineração, que "(...) eu não me sinto capacitada para fazer esta análise não!" ou "quanto à capacidade técnica para avaliar o processo de incineração, eu não tenho conhecimento profundo do processo". Na visão dos gestores das empresas de incineração, eles têm "sim, condição de estar avaliando segundo por segundo. (...) às vezes o cliente não entende e questiona para a gente, o porquê que a gente ta fazendo errado desde jeito. E não sabe que não tem nada de errado. Então explicar isto é às vezes uma coisa um pouco complicada" (Mol, 2011).

Outra constatação feita durante a aplicação dos questionários foi que os documentos de registro de queima, além dos planos de emergência e contingência estavam disponíveis para consulta. Por outro lado, o controle efetivo da queima através do monitoramento da geração de monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O<sub>2</sub>) não estava disponível. Os registros de blendagem dos resíduos previamente à incineração também não foram apresentados em nenhuma das empresas avaliadas.

Diante das falhas identificadas durante as auditorias e devidamente registradas, espera-se que, com a aplicação do questionário por diversos estabelecimentos de saúde preocupados em garantir a boa execução do serviço contratado, haja um meio da empresa de incineração ser obrigada a se adequar, criando assim uma possibilidade de melhoria em longo prazo. Os próprios órgãos ambientais poderão se apoderar deste questionário, criando assim uma rotina de fiscalizações que possam convergir com as melhorias da prestação de serviço de incineração de resíduos, almejadas por este trabalho.

Para tanto, é necessário ampliar a aplicação desde questionário, com vistas a dar maior possibilidade para seu aprimoramento e adequação à realidade dos aplicadores. É sugerido que outros estudos possam complementar este trabalho e ainda, que possa ser elaborado um questionário menor, específico ao teste de queima, de forma a facilitar ainda mais o preenchimento destas informações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O questionário fornece uma diretriz aos gestores que contratam o serviço de incineração, criando um registro que pode balizar tanto o momento da contratação da incineradora quanto às auditorias e visitas técnicas para monitorar o processo da empresa contratada. Após a auditoria, um relatório deve ser encaminhado à empresa de incineração para que tenham ciência de possíveis melhorias no processo indicadas.

É importante destacar, que apesar dos benefícios de se adotar este questionário, ele ainda não representa a solução plena do problema. É necessário promover ampla capacitação de profissionais para a realização das auditorias, bem como proporcionar melhorias no questionário de forma a torná-lo ainda mais apto a todos os casos de auditorias. Recomenda-se a elaboração de estudos mais completos que envolvam a aplicação do questionário em um maior número de empresas incineradoras para gerar dados consistentes que permitam adoção das melhorias necessárias.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1990). *NBR 11.175 - Incineração de resíduos perigosos - padrões de desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009). *NBR 14.040 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro: ABNT.

Abrelpe. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013*. Recuperado em 02 junho, 2015, de <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>.

Allsopp, M., Costner, P., Johnston, P. (2001). Incineration and human health - State of knowledge of the impacts of waste incinerators on human health. *Environmental Science and Pollution Research*, 8 (2), 141-145.

Almeida, V.L.D. (2003). *Modelo para diagnóstico ambiental de estabelecimentos de saúde*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Barbosa Júnior, A.F., Moraes, R.M., Emerenciano, S.V., Pimenta, H.C.D., Gouvinhas, R.P. (2008). Conceitos e Aplicações de Análise do Ciclo de Vida (ACV) no Brasil. *Revista Gerenciais*, 7(1), 39-44.

Barros, R.T.V. (2012). *Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos*. Belo Horizonte. Ed. Tessitura.

Beylot, A., Villeneuve, J. (2013). Environmental impacts of residual Municipal Solid Waste incineration: A comparison of 110 French incinerators using a life cycle approach. *Waste Management*, 33, 2781-2788.

BRASIL. (2010) *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília.

Brasil. (2006). *Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Ministério da Saúde, Brasília. 182p.

- Brasil. *Resolução Conama N° 358, de 29 de abril de 2005*. (2005). Dispõe sobre Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília.
- Brasil. *Resolução N° 316, de 29 de Outubro de 2002*. (2002). Dispõe sobre Procedimentos e Critérios para o Funcionamento de Sistemas de Tratamento Térmico de Resíduos. Brasília.
- Brasil. *Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa - RDC N° 306, de 7 de dezembro de 2004*. (2004). Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília.
- Costa, F.C. *Perspectivas da incineração de resíduos de serviço de saúde com o uso de atmosferas ricas em oxigênio*. 2007. Dissertação, Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil.
- Damgaard, A., Riber, C., Fruergaard, T., Hulgaard, T., Christensen, T.H. (2010). Lifecycle-assessment of the historical development of air pollution control and energy recovery in waste incineration. *Waste Management*. 30 (7), 1244-1250.
- Dias, S.M.F. *Avaliação de programas de educação ambiental voltados para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos*. 2003. Tese, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Feira de Santana, Bahia, Brasil.
- Ferreira, J.A., Bila, D.M., Ritter, E., Braga, A.C.S. (2012). Chemical healthcare waste management in small Brazilian municipalities. *Waste Management & Research*. 30(12), 1306–1311.
- Franchini, M., Rial, M., Buiatti, E., Bianchi, F. (2004). Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Ann 1st Super Sanita*; 40(1), 101-115.
- Gouveia, N., Prado, R.R. (2010). Análise espacial dos riscos a saúde associados a incineração de resíduos sólidos: avaliação preliminar. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 13(1), 3-10.
- MOL, M.P.G. (2011). *A incineração de Resíduos de Serviços de Saúde do município de Belo Horizonte/MG e a responsabilidade compartilhada*. Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Naime, R., Sarto, I., Garcia, A.C. (2004). Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde. *Revista Espaço para Saude*, 5(2), 17-27.
- Ning, S.K., Chang, N.B., Hung, M.C. (2013). Comparative streamlined life cycle assessment for two types of municipal solid waste incinerator. *Journal of Cleaner Productio*, 53, 56-66.
- Pacheco, E.V., Hemais, C.A., Fontoura, G.A.T., Rodrigues, F.A. (2003). Tratamento de resíduos gerados em laboratórios de polímeros: um caso bem sucedido de parceria Universidade-Empresa. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13 (1), 14-21.

Quina, M.J, Santos, R.C, Bordado, J.C, Quinta-Ferreira, R.M. (2008). Characterization of air pollution control residues produced in a municipal solid waste incinerator in Portugal. *Journal of Hazardous Materials*, 152, 853–869.

Takayanagui, A.M.M. (2005). Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. In Philippi Jr., A. (Ed). *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. (Coleção Ambiental, 2). Barueri: Manole.

Teixeira, G.P. (2004). *Gestão dos Resíduos do Serviço de Saúde Frente às Novas Imposições Legais: a Experiência do Município de Juiz de Fora*. Dissertação, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Tramontini, A.C.B. (2009). *Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde: diagnóstico e diretrizes para gestão hospitalar*. Dissertação, Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, MG, Brasil.

Silva, A.L.R.T. (2010). *Desenvolvimento de fatores de normalização de impactos ambientais regionais para Avaliação do Ciclo de Vida de produtos no estado de São Paulo*. Tese, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Spina, M.I.A.P. (2005). Características do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde em Curitiba e Análises e Implicações Socioambientais Decorrentes dos Métodos de Tratamento e Destino Final. *Revista Espaço Geográfico em Análise*, 9, 95-106.

Ventura, K.S, Reis, L.F.R, Takayanagui, A.M.M. (2010). Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho [Versão eletrônica], *Revista Engenharia Sanitária*, 15(2), 167-176.

WHO. World Health Organization. (1999). *Safe management of wastes from healthcare activities*. Geneva. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

WHO. World Health Organization. (2007). *Wastes from health-care activities*. Recuperado em 25 junho, 2013, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/en/>.

**Recebido em: 10/07/2015**

**Aceito para publicação em: 02/09/2015**