

Situação do gerenciamento de efluentes de processamento radiográfico em serviços de saúde*

Radiographic processing effluents management status in healthcare centers

Jamyle Calencio Grigoletto¹, Claudia Benedita dos Santos², Leny Borghesan Albertini³, Angela Maria Magosso Takayanagui²

Resumo **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi identificar a situação do gerenciamento de efluentes radiográficos em serviços de diagnóstico por imagem, em relação ao manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte desses efluentes. **Materiais e Métodos:** Tratou-se de estudo descritivo e exploratório, realizado por meio de entrevistas baseadas em roteiro com perguntas semiestruturadas, realizadas no período de fevereiro a maio de 2009. A investigação foi realizada em 12 serviços de saúde humana e animal de radiodiagnóstico de Ribeirão Preto, SP, Brasil, escolhidos aleatoriamente por sorteio por meio do programa Statistical Package for the Social Sciences, versão 10.0. **Resultados:** De acordo com os entrevistados, 16,66% dos serviços descartavam revelador usado na rede pública de esgoto, sem tratamento prévio, 8,33% descartavam o fixador e 75% descartavam a água de lavagem de filmes diretamente no esgoto, sem tratamento prévio. **Conclusão:** Os resultados deste estudo evidenciam necessidade de maior fiscalização, controle e monitoramento, pela vigilância ambiental e sanitária, para com os efluentes radiográficos, estimulando tratamento antes do descarte, minimizando o impacto à saúde pública e ao ambiente. **Unitermos:** Gerenciamento; Efluentes; Radiográfico.

Abstract **Objective:** The present study was aimed at identifying the status of radiographic processing effluents management in radiodiagnosis centers in regard to handling, packaging, storage, treatment and disposal. **Materials and Methods:** A descriptive-exploratory study was developed in the period from February to May 2009, with interviews based on a script including semistructured questions conducted in 12 radiodiagnosis centers of Ribeirão Preto, SP, Brazil, randomly selected by means of the Statistical Package for Social Sciences, version 10.0. **Results:** According to the respondents, untreated image-processing effluents discharge directly into the public sewage system occurs as follows: developer liquid by 16.66% of the healthcare centers; fixer by 8.33%; and film washing water by 75% of the centers. **Conclusion:** The present study results demonstrate the need for a closer surveillance, control and monitoring by the competent agencies, encouraging the pre-treatment of such effluents in order to minimize their impact on public health and the environment. **Keywords:** Management; Effluents; Radiographic.

Grigoletto JC, Santos CB, Albertini LB, Takayanagui AMM. Situação do gerenciamento de efluentes de processamento radiográfico em serviços de saúde. *Radiol Bras.* 2011 Set/Out;44(5):301-307.

INTRODUÇÃO

A radiografia é importante ferramenta complementar utilizada em diagnósticos na área da saúde. Todavia, no processamento radiográfico são gerados efluentes (revelador, fixador e água de lavagem de filmes radiográficos) que representam problema ambiental, pois contêm compostos orgânicos e inorgânicos, tóxicos ao ambiente, quando descartados inadequadamente⁽¹⁾.

Muitos investimentos têm sido realizados para aprimoramento de profissionais, processos e equipamentos na área da saúde como um todo e, especificamente, na área de diagnóstico por imagem, entretanto, pouco tem sido feito para prevenir o aparecimento de lesões e doenças ocupacio-

nais e minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos efluentes radiográficos^(2,3).

De acordo com a Resolução nº 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), os efluentes de processadores de imagem são considerados do grupo B, por apresentarem substâncias químicas que podem causar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Conforme descreve o artigo 21 da referida Resolução, os resíduos do grupo B, com características de periculosidade, como é o caso dos efluentes radiográficos, quando não forem submetidos a processos de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos

* Trabalho realizado no Laboratório de Saúde Ambiental do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP-USP), Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para o desenvolvimento da pesquisa em enfermagem, Ribeirão Preto, SP, Brasil. Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

1. Doutora, Assessoria-Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS-MS), Brasília, DF, Brasil.

2. Livre-docentes, Professoras Associadas do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

3. Doutora, Química Coordenadora do Laboratório de Resíduos Químicos do Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dra. Jamyle Calencio Grigoletto. QMSW 5, Lote 9, ap. 243, Bairro Sudoeste. Brasília, DF, Brasil, 70680-500. E-mail: jamylecalencio@hotmail.com

Recebido para publicação em 30/8/2010. Aceito, após revisão, em 18/8/2011.

a tratamento e disposição final específicos. O artigo 22 diz que os resíduos do grupo B no estado líquido podem ser lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes⁽⁴⁾.

Entretanto, segundo a literatura, o que acontece em muitos serviços de saúde é que os efluentes radiográficos são lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto com níveis de compostos inorgânicos, como o metal prata, acima dos permitidos pelos órgãos competentes. Além disso, esses efluentes também são descartados com alta demanda química de oxigênio (DQO) e potencial hidrogeniônico (pH), cor, concentração de sólidos totais dissolvidos, cloreto, turbidez e sulfato acima dos limites permissíveis⁽⁵⁾.

A disposição final e o tratamento desses efluentes, na maior parte dos serviços de saúde de diagnóstico por imagem, incluindo entidades de ensino e pesquisa, não são realizados adequadamente. Na maioria das vezes, resíduos químicos líquidos, como revelador e fixador, são desprezados sem tratamento prévio, diretamente na rede pública de esgoto⁽⁶⁾.

Esses dados são preocupantes, uma vez que somente 20,2% dos municípios brasileiros possuem coleta e tratamento de esgoto⁽⁷⁾, além disso, muitas substâncias químicas perigosas presentes na composição de resíduos de serviços de saúde (RSS) líquidos não são degradadas pelo tratamento realizado nas estações de tratamento de esgotos do país, tornando inaceitável o descarte de resíduos químicos perigosos líquidos na rede pública de esgoto, sem tratamento prévio.

Uma solução adequada para o problema do descarte dos efluentes radiográficos seria a substituição dos equipamentos de radiografia tradicionais pelos equipamentos de radiografia digital, que não utilizam soluções químicas no processamento radiográfico e, portanto, não geram efluentes, evitando o contato dos trabalhadores com substâncias químicas, dessa forma minimizando os impactos na saúde ocupacional, ambiental e na saúde pública em geral.

De acordo com Teschke et al.⁽⁸⁾, a evolução da tecnologia de imagem digital é

uma opção disponível para a eliminação do uso de revelador e fixador em serviços de diagnóstico por imagem.

Autores como Braunschweig et al.⁽⁹⁾ afirmaram que após três ou quatro anos da instalação do sistema digital, esta tecnologia começaria a ser mais rentável e econômica do que a convencional, pela economia na compra de filmes radiográficos.

Segundo Gonzaga Junior e Carvalho⁽¹⁰⁾, a transformação tecnológica da radiologia para o ambiente digital é economicamente viável. Segundo os autores, após aproximadamente 53 meses há redução do custo da nova tecnologia pela eliminação total do uso de filmes, compensando financeiramente o investimento inicial. Além disso, ressaltam que a tecnologia digital possibilita o armazenamento permanente da documentação em meio digital, reduzindo o espaço físico ocupado pelo arquivo de documentação e evitando o descarte das documentações radiográficas. Entretanto, consideram que a segurança do processo deve ser sustentada pela manutenção da capacidade de produção da imagem radiográfica pelo método convencional, para atender às situações emergenciais, decorrentes de problemas técnicos do meio digital⁽¹⁰⁾.

Outra opção para solucionar o problema do descarte dos efluentes radiográficos com otimização ambiental é o tratamento dos efluentes. Embora poluentes, se forem tratados apropriadamente, esses efluentes poderiam se tornar insumo, gerando receita e economia aos serviços, por serem reutilizados⁽²⁾.

O tratamento dos efluentes radiográficos pode ser realizado *in loco*, no próprio serviço de saúde onde o efluente é gerado, ou externo ao serviço, por empresa especializada na área.

O tratamento dos efluentes de processadores de imagem radiográfica previamente ao descarte na rede pública de esgoto possibilitaria a neutralização, recuperação e/ou destruição das substâncias tóxicas constituintes desses efluentes, além do que regularia, de acordo com os parâmetros estabelecidos, os valores do pH e da DQO desses efluentes.

Segundo Lunar et al.⁽¹¹⁾, diferentes recursos de tratamento, além da incineração, têm sido propostos para o tratamento dos efluentes radiográficos, como: precipitação

química e sedimentação, oxidação química, adsorção de carbono, oxidação biológica e osmose reversa. Alguns métodos combinados também têm sido empregados, como processos químico-biológicos, oxidação químico-eletrólise e oxidação-separação. Além disso, tem sido realizada a reciclagem dos efluentes radiográficos por diversos procedimentos, como tratamento biológico-Cl₂, filtração-quelação, adsorção-osmose reversa.

Segundo Igarashi-Mafra et al.⁽¹²⁾, a oxidação foto-Fenton é empregada para a destruição de compostos orgânicos tóxicos na água, incluindo os efluentes de processamento radiográfico. A aplicação da reação foto-Fenton não exige equipamentos caros ou habilidade especial e, portanto, poderia ser usada *in loco* nos pequenos serviços, cujas instalações e o volume reduzido de resíduos não justificariam a adoção de outros tipos de processo, como a incineração⁽¹³⁾.

A tecnologia foto-Fenton constitui-se numa nova alternativa que pode ser inserida nos serviços de saúde, já que é facilmente realizada. Além disso, atende às exigências ambientais, utilizando apenas radiação ultravioleta e componentes do ambiente, tais como ferro e peróxido de hidrogênio, sendo considerada uma tecnologia “verde”⁽¹⁴⁾.

Além dos compostos orgânicos, os efluentes de processamento radiográfico também são constituídos por compostos inorgânicos. Entre eles, o principal e mais perigoso é a prata, que também necessita ser tratada e/ou recuperada dos efluentes antes de seu descarte na rede de esgoto.

A recuperação da prata dos efluentes de processamento radiográfico já é um procedimento possível e realizado por muitos laboratórios. As principais técnicas para recuperação da prata incluem a recuperação eletrolítica, que é mais eficaz em soluções ricas em prata, como o fixador, as que têm como base a eletrólise, as de deslocamento metálico (cementação, troca metálica), bem como algumas que empregam a precipitação química⁽¹⁵⁾.

Como pode ser observado nos dados da literatura apresentados acima, métodos de tratamento e recuperação de efluentes originados de processamento radiográfico já vêm sendo desenvolvidos, sendo continuamente utilizados e aperfeiçoados. Os mé-

todos de tratamento dos efluentes radiográficos são simples e podem ser realizados no próprio estabelecimento de saúde, desde que haja condições para a infraestrutura necessária, assim como para recursos humanos qualificados e com capacidade técnica para realização dessa atividade.

Ainda, o tratamento dos efluentes de processamento radiográfico pode também ser realizado externamente ao serviço de saúde. Para isso, os responsáveis pelos efluentes devem realizar o acondicionamento, armazenamento e posterior envio dos efluentes para empresas de tratamento licenciadas por órgãos públicos ambientais e sanitários.

O objetivo deste estudo foi identificar a situação do gerenciamento de efluentes radiográficos em serviços de diagnóstico por imagem de Ribeirão Preto, SP, Brasil, em relação ao manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte desses efluentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tratou-se de estudo descritivo e exploratório, realizado por meio de entrevistas baseadas em roteiro com perguntas semiestruturadas sobre manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte de efluentes gerados de processamento radiográfico (líquidos reveladores, fixadores e água de lavagem), conforme exposto no Apêndice A, realizadas no período de fevereiro a maio de 2009.

A investigação foi realizada em 12 serviços de radiodiagnóstico de Ribeirão Preto, incluindo radiologias em universidades, hospitais, além de serviços de radiodiagnóstico médicos, odontológicos e veterinários dos tipos públicos e privados, que concordaram em participar do estudo. Os locais do estudo foram selecionados com base no cadastro de serviços de saúde com equipamentos de radiografia da Secretaria Municipal da Saúde de Ribeirão Preto, que possui atualização mensal.

No período desta investigação estavam cadastrados 1.138 serviços de saúde com equipamentos de radiografia no município, instalados em serviços de saúde de pequeno, médio e grande porte, universidades, associações e outras instituições públicas e privadas.

Apêndice A

Roteiro para entrevista com responsáveis por estabelecimentos de saúde sobre manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte de efluentes gerados de processamento radiográfico (líquidos reveladores, fixadores e água de lavagem).

- I. IDENTIFICAÇÃO:Data da entrevista: ___/___/2009
- 1 – Dados gerais sobre o estabelecimento:
 - Nome:.....
 - Setor:.....
 - Endereço:.....
 - Telefone:.....
- 2 – Dados gerais sobre o entrevistado:
 - Nome:.....
 - Sexo:..... Idade:.....
 - Função:.....
 - Telefone:.....
- 3 – Quantos aparelhos de RX há neste serviço?
 - A – Em funcionamento:.....
 - B – Sem uso:.....
 - B.1 – Motivo:
 - Quebrado:.....
 - Manutenção:.....
 - Outros:.....
- 4 – De que tipo é/são o(s) aparelho(s) de RX deste serviço?
 - A – RX digital:.....
 - B – RX convencional:.....
- II. GERENCIAMENTO DE LÍQUIDOS REVELADORES, FIXADORES E ÁGUA DE LAVAGEM DE FILMES RADIOGRÁFICOS
- 5 – Qual a quantidade de líquido revelador utilizado em seu estabelecimento, em média, por mês?.....
- 6 – Qual a quantidade de líquido fixador utilizado em seu estabelecimento, em média, por mês?.....
- 7 – Qual a quantidade de água utilizada no processamento radiográfico neste estabelecimento?.....
- 8 – Com que frequência são trocadas as soluções de revelador, fixador e água de lavagem dos filmes radiográficos?.....
- 9 – Após o uso, o que é feito com as soluções de revelador, fixador e água de lavagem?
 - Revelador:.....
 - Fixador:.....
 - Água:.....
- 10 – Se a resposta à pergunta 9 for tratamento, qual a empresa responsável e o local de destinação?
 - Revelador:.....
 - Fixador:.....
 - Água:.....
- 11 – Se houver armazenamento, onde é feito?
 - Revelador:.....
 - Fixador:.....
 - Água:.....
- 12 – Por quanto tempo costuma armazenar essas soluções usadas?
 - Revelador:.....
 - Fixador:.....
 - Água:.....
- 13 – Qual o tipo de recipiente em que é feito o acondicionamento das soluções?
 - Revelador:.....
 - Fixador:.....
 - Água:.....

Foi realizada uma pré-seleção nos 1.138 serviços cadastrados, incluindo-se apenas serviços que prestavam exclusivamente atendimento na área de diagnóstico por imagem (49), excluindo-se os demais (1.089), que eram em sua maioria serviços de pequeno porte, como consultórios odontológicos, que também prestavam outro tipo de assistência à saúde.

A amostra final foi composta de 12 serviços de radiodiagnóstico, sorteados entre os 49 serviços pré-selecionados pelo programa Statistical Package for the Social Sciences, versão 10.0, representando 24,5% dos serviços pré-selecionados.

Após o sorteio dos serviços de saúde, foram selecionados profissionais para responder as entrevistas, incluindo-se proprietários ou funcionários responsáveis pelos serviços de radiologia selecionados.

Os dados levantados nas entrevistas foram categorizados e digitados em planilhas no Excel, por duas vezes, com intervalo de cinco dias entre as digitações, para minimizar erros de transcrição. Num segundo momento, foram realizados a validação do banco de dados, a correção dos erros e o cálculo do percentual das respostas obtidas.

O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa estão apresentados segundo os objetivos propostos, em termos do diagnóstico da situação do gerenciamento dos efluentes de processadores de imagem radiográfica nos serviços selecionados em Ribeirão Preto.

As entrevistas foram realizadas em 12 serviços, sendo duas radiologias odontológicas (16,66%), uma radiologia veterinária (8,33%), quatro radiologias médicas (33,33%), uma radiologia de hospital veterinário universitário (8,33%), uma radiologia de hospital universitário (8,33%), uma radiologia de maternidade (8,33%), uma radiologia em hospital especializado (8,33%) e uma radiologia de hospital filantrópico (8,33%).

Os profissionais entrevistados foram em sua maioria mulheres (66,66%), com idade entre 22 e 65 anos.

Tabela 1 Função dos entrevistados, número de equipamentos de RX e volume de efluentes usados em cada serviço pesquisado, por mês.

	Número de entrevistados	%
• Função dos entrevistados		
– Técnicos de radiologia	8	66,66
– Funcionário responsável pela revelação de RX	1	8,33
– Cirurgiões-dentistas proprietários dos serviços	2	16,66
– Médico veterinário proprietário do serviço	1	8,33
• Número de equipamentos de RX	30	
• Tipos de equipamentos de RX	Número de serviços	%
– Convencional	12	100,00
– Convencional e digital	3	25,00
• Efluentes	Volume de efluentes usados (L/mês)	
– Revelador	10 a 240	
– Fixador	7 a 200	
– Água de lavagem	28*	

* A quantidade de água utilizada para enxágue dos filmes foi relatada apenas por um profissional (28 L/mês), outro profissional (8,33%) disse não ter essa informação, e os outros 10 (83,33%) referiram possuir máquina processadora de filmes automática, que possui fluxo de água contínuo.

Tabela 2 Frequência de troca de efluentes, forma de acondicionamento e armazenamento temporário de efluentes.

	Número de serviços	%
• Frequência de troca de efluentes		
– Revelador e fixador		
Mensal	2	16,66
Quinzenal	6	50,00
Semanal	2	16,66
A cada três ou quatro dias	1	8,33
Não soube responder	1	8,33
– Água de lavagem		
Troca contínua	10	83,33
Semanal	1	8,33
Não soube responder	1	8,33
• Forma de acondicionamento dos efluentes		
– Revelador		
Não acondicionado*	4	33,33
Galões ou baldes plásticos	5	41,66
Tambor plástico	1	8,33
Tanque	1	8,33
Não respondeu	1	8,33
– Fixador		
Não acondicionado†	2	16,66
Galões ou baldes plásticos	7	58,33
Tambor plástico	2	16,66
Não respondeu	1	8,33
• Forma de armazenamento temporário dos efluentes		
– Revelador		
Não armazenavam‡	4	33,33
Sala da câmara escura	3	25,00
Porão	1	8,33
Lavanderia, local aberto, sobre placas de plástico	1	8,33
Sala fechada e coberta	1	8,33
Abrigo de alvenaria na área externa	1	8,33
Não respondeu	1	8,33
– Fixador		
Não armazenavam§	2	16,66
Sala da câmara escura	5	41,66
Local coberto na área externa	1	8,33
Lavanderia, local aberto, sobre placas de plástico	1	8,33
Sala fechada e coberta	1	8,33
Abrigo de alvenaria na área externa	1	8,33
Não respondeu	1	8,33

* Em um serviço (8,33%) o efluente era descartado após passar por um filtro, em outro serviço (8,33%) o revelador seguia para fossa séptica e em outros dois (16,66%) o revelador era descartado da processadora automática para a rede pública de esgoto.

† Em um serviço (8,33%) o fixador seguia para fossa séptica e em outro estabelecimento (8,33%) o efluente era descartado diretamente da processadora automática para a rede pública de esgoto.

‡ Dois serviços (16,66%) descartavam o revelador diretamente da processadora para a rede pública de esgoto, um serviço (8,33%) descartava após a passagem por um filtro e um outro (8,33%) encaminhava para fossa séptica.

§ Em um serviço (8,33%) o fixador era descartado diretamente da processadora para a rede pública de esgoto e no outro estabelecimento (8,33%) o efluente era encaminhado para fossa séptica.

Tabela 3 Tempo de armazenamento, tratamento e descarte de efluentes e empresas responsáveis pela coleta e tratamento dos efluentes.

	Número de serviços	%
• Tempo de armazenamento dos efluentes no serviço		
15 a 20 dias	3	25,00
1 semana	2	16,66
1 mês	2	16,66
1 ano	1	8,33
3 meses	1	8,33
Não soube responder	3	25,00
• Tratamento e descarte dos efluentes usados		
– Revelador		
Armazenamento para posterior coleta por empresa privada externa	6	50,00
Descarte na rede pública de esgoto, após passar por um filtro no próprio serviço	2	16,66
Descarte na rede pública de esgoto, sem qualquer tratamento prévio	2	16,66
Descarte em fossa séptica e posterior envio para estação de tratamento de esgoto municipal	1	8,33
Não respondeu	1	8,33
– Fixador		
Armazenamento para posterior coleta por empresa privada externa	7	58,33
Descarte na rede pública de esgoto, após passar por um filtro no próprio serviço	2	16,66
Descarte na rede pública de esgoto, sem qualquer tratamento prévio	1	8,33
Descarte em fossa séptica e posterior envio para estação de tratamento de esgoto municipal	1	8,33
Não respondeu	1	8,33
– Água de lavagem		
Descarte na rede pública de esgoto, sem qualquer tratamento prévio	9	75,00
Descarte na rede pública de esgoto, após passar por um filtro no próprio serviço	1	8,33
Descarte em fossa séptica e posterior envio para estação de tratamento de esgoto municipal	1	8,33
Não respondeu	1	8,33
• Tipos de empresas responsáveis pela coleta e tratamento de revelador e fixador		
– Empresa licenciada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, com site na internet e telefones para contato	3	25,00
– Sem site na internet, porém possuía telefone para contato, registrado no nome da empresa	1	8,33
– Sem informação da empresa	1	8,33

Nota: Apenas seis serviços (50%) tinham seus efluentes radiográficos coletados e tratados por cinco empresas privadas, pois dois serviços contratavam a mesma empresa. Segundo informações dos entrevistados, uma das empresas responsável pela coleta e tratamento dos efluentes cobrava pelo serviço, enquanto as outras compravam dos serviços de saúde o fixador usado por valor que variava de R\$ 22,00 por galão de 20 litros a R\$ 2,00 ou R\$ 3,00 por litro.

Não foram realizadas perguntas relacionadas ao conhecimento dos profissionais sobre legislações e normas de gerenciamento de efluentes radiográficos. As respostas foram dadas pelos entrevistados imediatamente após a realização da pergunta pelo entrevistador, sem consulta em documento escrito.

Os resultados encontrados nas entrevistas são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

DISCUSSÃO

Com relação aos tipos de equipamentos de radiografia encontrados nos serviços de radiodiagnóstico pesquisados, verificou-se que alguns (três serviços) já utilizavam equipamentos digitais, o que é uma tendência mundial e constitui-se numa solução eficaz para o problema dos efluentes radiográficos. No Brasil, alguns serviços especializados e centros de excelência já utilizam o sistema digital, entretanto, esse sistema impacta em custos adicionais para os

serviços de saúde de pequeno porte, devido ao alto custo inicial de aquisição desta tecnologia. Entretanto, autores como Braunschweig et al.⁽⁹⁾ e Gonzaga Junior e Carvalho⁽¹⁰⁾ afirmaram que após um período entre 36 a 53 meses a instalação do sistema digital se torna economicamente viável, tendo em vista que não há necessidade de compra de filmes radiográficos e soluções reveladoras.

Quanto aos volumes de revelador, fixador e água de lavagem utilizados em cada estabelecimento pesquisado, segundo as respostas dos entrevistados, a quantidade de revelador variou de 10 a 240 l/mês, e a de fixador, de 7 a 200 l/mês, o que demonstra o alto consumo e, conseqüentemente, a grande geração desses efluentes, corroborando os achados de Carlson⁽¹⁶⁾, que encontrou, em estudo de caso, que o serviço de radiologia de um hospital gerava semanalmente 15 galões de efluentes de revelador e fixador com capacidade de 20 litros cada um, o que representava aproximadamente

15.000 l/ano de resíduo químico líquido, com 16 kg de prata em sua composição, além de outras substâncias químicas.

A quantidade de revelador e fixador utilizada pelos serviços varia de acordo com o porte do estabelecimento de saúde e com o fluxo de atendimentos. Geralmente, estabelecimentos de saúde de grande porte, como hospitais, têm um grande fluxo de atendimentos e, portanto, alto consumo de revelador e fixador e, conseqüentemente, uma maior geração de efluentes de processamento radiográfico.

Já os estabelecimentos de saúde de pequeno porte, como clínicas ortopédicas, odontológicas e veterinárias, possuem um volume menor de exames, consumindo menores quantidades de soluções reveladoras e fixadoras, conseqüentemente, gerando menores quantidades de efluentes de processamento radiográfico. Porém, os estabelecimentos de saúde de pequeno porte apresentam outro problema, pois como a quantidade de efluentes gerada é relativamente

pequena, muitas vezes ocorre o descarte dessas soluções diretamente na pia.

Com relação ao acondicionamento dos efluentes, segundo os profissionais entrevistados, o acondicionamento do revelador e do fixador era realizado em galões, baldes, tambores plásticos ou ainda em fossa séptica, sendo que os galões ou baldes plásticos, em sua maioria, eram os próprios recipientes em que as soluções eram compradas.

O acondicionamento é o ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam a punctura e ruptura. Segundo a RDC nº 306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os resíduos líquidos devem ser acondicionados em recipientes de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante⁽¹⁷⁾. Ainda, de acordo com a Norma Técnica P4.262/2007 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), os resíduos químicos perigosos líquidos devem ser acondicionados em bombonas plásticas, recipientes de vidro ou bombonas de material compatível com o efluente a ser acondicionado, e além disso, as embalagens devem ser identificadas e fechadas, evitando vazamentos⁽¹⁸⁾.

No presente estudo, em alguns casos os recipientes não estavam lacrados e também não era observada a compatibilidade do material que constituía o recipiente em relação aos efluentes armazenados, representando risco de corrosão e derramamento de líquido do ambiente.

Em estudo realizado por Sales et al.⁽¹⁹⁾ em Marituba, no Estado do Pará, também foi observado que os resíduos do grupo B não eram acondicionados com atenção para compatibilidade do recipiente com os resíduos em nenhum dos serviços pesquisados, corroborando nossos achados.

Quanto ao armazenamento temporário, de acordo com as respostas dos profissionais, o armazenamento temporário nos serviços não era realizado de forma adequada, o local de armazenamento não possuía ventilação e não havia local próprio reservado para essa finalidade, não atendendo às exigências legais, revelando desconhecimento ou negligência por parte dos geradores desses resíduos.

De acordo com Sales et al.⁽¹⁹⁾, menos da metade das instituições pesquisadas realizavam armazenamento de RSS e, entre as que realizavam, a maioria apresentava falhas, principalmente em relação às condições físicas das áreas utilizadas.

Carlson⁽¹⁶⁾, em um estudo de caso realizado em um hospital, também verificou que resíduos químicos como reveladores, fixadores e restos de xilol eram inadequadamente armazenados no local de geração e posteriormente conduzidos até o subsolo do prédio, onde permaneciam sem nenhuma condição de segurança, em local sem ventilação, sem contenção e sobre piso permeável.

Com relação ao tempo que as soluções de fixadores e reveladores usados permaneciam armazenadas antes do encaminhamento para a empresa responsável pelo tratamento, segundo os profissionais, os estabelecimentos pesquisados armazenavam os efluentes por um período que variava de uma semana a um ano, o que é considerado um longo período, já que essas soluções devem ser armazenadas pelo menor período possível, evitando empilhamento.

Quanto ao tratamento e descarte dado aos efluentes radiográficos, verificou-se que o descarte direto na rede pública de esgoto, sem qualquer tipo de tratamento prévio, era realizado por dois (16,66%) serviços com os efluentes de revelador, em um estabelecimento (8,33%) com os efluentes de fixador e em outros nove (75%) com os efluentes de água de lavagem de filmes. Esses dados são preocupantes e corroboram resultados encontrados por Fernandes et al.⁽²⁾ e Bortoletto et al.⁽²⁰⁾, em que a água de lavagem também seguia direto para a rede pública de esgoto, sem tratamento prévio.

Esse comportamento era esperado, uma vez que embora a RDC nº 306/2004 da Anvisa regulamente algumas diretrizes para o gerenciamento dos efluentes de processadores de imagem utilizados em radiologia, não menciona a obrigatoriedade de tratamento da água de lavagem de filmes radiográficos previamente ao descarte na rede pública de esgoto. Ainda, segundo a RDC nº 306/2004 da Anvisa, os reveladores podem ser neutralizados para alcançarem pH entre 7 e 9, podendo posteriormente ser lançados na rede coletora de esgoto ou em

corpo receptor, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes⁽¹⁷⁾.

Entretanto, algumas substâncias presentes tanto na água como no revelador usados não são degradadas apenas com a neutralização ou na rede pública de esgoto, que apresentam apenas tratamentos biológicos, o que torna inadmissível o descarte desses efluentes na rede pública de esgoto ou em corpo receptor, sem tratamento prévio, pelos riscos inerentes⁽²¹⁾.

A respeito dos tipos de empresas responsáveis pela coleta e tratamento dos efluentes, segundo os entrevistados neste estudo, seis serviços (50%) tinham seus efluentes radiográficos coletados e tratados por cinco empresas privadas, pois dois serviços contratavam a mesma empresa. Das cinco empresas citadas, três eram licenciadas pela Cetesb, possuíam *sites* na internet e telefones para contatos, uma não tinha *site* na internet, porém possuía telefone para contato, registrado no nome da empresa. Somente não houve acesso aos dados de uma empresa, pois o entrevistado não soube informar o seu nome exato. Essas empresas pertenciam a cinco diferentes municípios do Estado de São Paulo: Barretos, Diadema, Campinas, Franco da Rocha e São Paulo.

Considerando a importância do tratamento desses efluentes para a minimização de riscos ambientais e de saúde, ressalta-se a necessidade de maior envolvimento e conhecimento dos geradores de resíduos perigosos quanto à capacidade técnica, qualificação e idoneidade das empresas que tratam seus resíduos, no caso os efluentes radiográficos, uma vez que a responsabilidade do gerenciamento dos RSS é do gerador. A empresa deve ser licenciada por órgão ambiental e deve realizar tratamento e descarte ou disposição final adequados.

Ainda, faz-se necessária a revisão das resoluções nacionais, com uma regulamentação mais criteriosa do tratamento dos efluentes radiográficos, incluindo-se a água de lavagem de filmes antes do descarte na rede pública de esgoto, visando à minimização dos possíveis impactos na saúde pública e no ambiente. Isso também se justifica pela forma inadequada com a qual os efluentes radiográficos são gerenciados e

pela carente situação do saneamento no País, haja vista que apenas 20,2% dos municípios brasileiros contam com sistema de coleta e tratamento de esgotos⁽⁷⁾.

Também é estritamente necessária uma maior divulgação da legislação entre os profissionais que trabalham em serviços de saúde que geram efluentes radiográficos e outros RSS. Além disso, os órgãos de saúde e ambiente deveriam oferecer mais cursos de treinamentos e capacitação sobre gerenciamento de RSS, tomando como base a legislação nacional, para diferentes instituições, o que serviria para conscientizá-los e orientá-los e, ainda, permitiria maior possibilidade de cobrança nas vistorias posteriores dos respectivos serviços.

CONCLUSÕES

Este estudo identificou a situação do gerenciamento de efluentes radiográficos em serviços de diagnóstico por imagem de Ribeirão Preto, SP.

Os resultados da pesquisa demonstram que:

a) três serviços analisados já possuíam equipamento radiográfico digital;

b) o volume de efluentes radiográficos usados, em litros/mês, variou de 7 a 240, de acordo com o porte do serviço;

c) a frequência de troca das soluções de revelador e fixador também variou, acontecendo de três a quatro dias até um mês, em alguns serviços;

d) a maior parte dos serviços pesquisados (10) possuía processadora automática de filmes, com troca contínua da água de lavagem;

e) a maior parte dos serviços pesquisados acondicionava seus efluentes em galões/baldes plásticos, que eram as próprias embalagens em que as soluções vinham do fornecedor, porém em alguns casos esses recipientes eram armazenados em locais inadequados;

f) o tempo de armazenamento temporário dos efluentes variou bastante de um

serviço para outro, sendo de 15 a 20 dias, em alguns locais chegando a 12 meses;

g) com relação ao descarte dos efluentes radiográficos, dois serviços descartavam o revelador diretamente na rede pública de esgoto sem tratamento prévio, um serviço descartava o fixador, também sem qualquer tratamento prévio, e nove serviços descartavam a água de lavagem de filmes na rede pública de esgoto, sem tratamento prévio.

REFERÊNCIAS

1. Ues K, Piaia L, Schweickardt M, et al. Uso de processos avançados de oxidação na degradação dos resíduos de revelador e fixador de raio-x. Anais do XVI Encontro de Química da Região Sul; 13 a 15 de novembro de 2008; Blumenau, SC, Brasil; 2008.
2. Fernandes GS, Azevedo ACP, Carvalho ACP, et al. Análise e gerenciamento de efluentes de serviços de radiologia. Radiol Bras. 2005;38:355-8.
3. Fernandes GS, Carvalho ACP, Azevedo ACP. Avaliação dos riscos ocupacionais de trabalhadores de serviços de radiologia. Radiol Bras. 2005; 38:279-81.
4. Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União nº 84, de 4 de maio de 2005; Seção I, p. 63-5.
5. Fernandes AL, Costa PHP, Andrade RT, et al. Análise do teor de prata e distribuição da geração dos efluentes radiográficos das zonas leste e sul de Natal-RN. Anais do I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica; Natal, RN, Brasil; 2006.
6. Management of photographic wastes in dental office. Kodak Dental Radiography Series. Rochester: Health Sciences, 1990.
7. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa nacional de saneamento básico de 2000. Rio de Janeiro, 2000. [acessado em 16 de julho de 2002]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado101.shtm
8. Teschke K, Chow Y, Brauer M, et al. Exposures and their control in radiographic film processing in British Columbia. Report to the Workers' Compensation Board of British Columbia. Vancouver; 2000.
9. Braunschweig R, Pistitsch C, Nissen-Meyer S. Digital radiography. Cost-benefit analysis. Radiology. 1996;36:306-14.
10. Gonzaga Junior EL, Carvalho ACP. Gestão da cadeia de suprimento do material de documentação no Serviço de Radiodiagnóstico do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho. Rev Imagem. 2006;28:155-63.
11. Lunar L, Sicilia D, Rubio S, et al. Degradation of photographic developers by Fenton's reagent: condition optimization and kinetics for metal oxidation. Water Res. 2000;34:1791-802.
12. Igarashi-Mafra L, Bortoletto EC, Barros MASD, et al. Degradation of odontologic x-ray film developing wastewaters by photo-Fenton process. IJCRE. 2007;5. [acessado em 14 de abril de 2010]. Disponível em: <http://www.bepress.com/ijcre/vol5/A39>
13. Andreozzi R, Caprio V, Insola A, et al. The oxidation of metol (N-methyl-p-aminophenol) in aqueous solution by UV/H₂O₂ photolysis. Water Res. 2000;34:463-72.
14. Bandala ER, Martínez D, Martínez E, et al. Degradation of microcystin-LR toxin by Fenton and Photo-Fenton processes. Toxicol. 2004;43:829-32.
15. Ribeiro VM, Santos RL, Sobral LGS. Avaliação preliminar da recuperação de prata de fixadores fotográficos e radiográficos por cementação. Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica - CETEM. Rio de Janeiro, RJ: CETEM; 2005. p. 1-7.
16. Carlson AM. Gerenciamento de resíduos químicos em ambientes hospitalares: necessidades e dificuldades: estudo de caso: Hospital Universitário localizado no Estado do Rio de Janeiro [dissertação]. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2007.
17. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 306 de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 10 de dezembro de 2004.
18. São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Norma Técnica P4.262, de agosto de 2007. Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos de serviços de saúde - procedimento. [acessado em 11 de junho de 2010]. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br
19. Sales CCL, Spolti GP, Lopes MSB, et al. Gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde: aspectos do manejo interno no município de Marituba, Pará, Brasil. Ciênc Saúde Coletiva. 2009;14:2231-8.
20. Bortoletto EC, Tavares CRG, Barros MASD, et al. Caracterização da geração e da qualidade do efluente líquido gerado no laboratório de raio-x da clínica odontológica do Hospital Universitário de Maringá (HUM). Anais do VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. 2005:1-6; Campinas, SP, Brasil; 2005.
21. Stalikas CD, Lunar L, Rubio S, et al. Degradation of medical x-ray film developing wastewaters by advanced oxidation processes. Water Res. 2001; 35:3845-56.