

ANÁLISE DO TEOR DE PRATA E DISTRIBUIÇÃO DA GERAÇÃO DOS EFLUENTES RADIOGRÁFICOS DAS ZONAS LESTE E SUL DE NATAL-RN

¹André Luís Fernandes

E-mail: andrenergao@digizap.com.br

¹Paulo Henrique Pereira da Costa

E-mail: paulo_ufrn05@yahoo.com.br

¹Ricardo Teixeira Andrade

E-mail: teixeiramp@hotmail.com

¹Ubirajara de Holanda Cavalcante Junior

E-mail: ubira-bento@ig.com.br

¹Valdiery Silva de Araújo

E-mail: valdiery@yahoo.com.br

²José Yvan Pereira Leite

leite@cefetrn.br

¹ Graduando em Tecnologia em Controle Ambiental.

² Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET/RN
Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos - Departamento de Recursos Naturais,
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000, Natal-RN

RESUMO

Este trabalho apresenta o mapeamento e a quantificação dos efluentes radiográficos gerados pelos serviços de imagenologia médica nas zonas Leste e Sul de Natal-RN, bem como o destino dado a estes e analisar o teor de prata de efluentes denominado de fixador. Os resultados foram obtidos através de visitas a hospitais públicos e privados e clínicas que utilizam os serviços radiográficos para diagnóstico, em um total de 19. Foi constatado que na maioria dos estabelecimentos os efluentes do revelador e água de lavagem são descartados na rede comum de coleta de esgoto sem nenhum tratamento específico e os resíduos de fixador são vendidos a terceiros com finalidade de extração da prata. Amostras foram coletadas para a determinação de características de pH, cor, turbidez, DQO, condutividade elétrica, sulfato, sólidos totais dissolvidos, cloreto e temperatura, os quais apresentam resultados fora de especificação dos padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais. Os resultados de análises química do teor de prata apresentaram resultados médios entre 2-4 g/l de fixador. Os volumes de produzidos de efluentes são estimados em 3532 L para o revelador e 2560 L para o fixador.

PALAVRAS-CHAVE: Radiografia, efluentes radiográficos, fixador, revelador.

1. INTRODUÇÃO

A radiografia é uma técnica que vem prestando grande auxílio para diagnósticos na área de saúde, sendo amplamente utilizada em hospitais, clínicas e semelhantes de todo o mundo. A técnica consiste no bombardeamento de filmes radiográficos com raios-X e posterior revelação desses filmes. O processo tradicional de revelação envolve as etapas de revelação da imagem, fixação, lavagem e secagem. Apesar dos avanços tecnológicos e dos crescentes investimentos auferidos na área, estes se destinam quase que somente ao aprimoramento dos equipamentos, processos e treinamento de profissionais. Pouco tem sido feito para minimizar o impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos (filmes radiográficos) e efluentes (soluções de revelador, fixador e água de lavagem dos filmes) gerados nos serviços de diagnóstico radiográfico.

Os filmes radiográficos (películas) são basicamente folhas de acetato de celulose revestidas por duas camadas (frente e verso) de emulsão de gelatina contendo haletos de prata (Carvalho, 2005, *apud* Haus, 1997). A imagem latente a ser revelada é gerada a partir do bombardeamento de raios-X, que ocasiona a redução da prata em forma de íons (Ag^{+1}) em prata metálica (Ag^0). A prata metálica fica presa a cristais excitados e na etapa de revelação sofre nova redução. A etapa de fixação remove o restante dos haletos de prata não afetados pelos raios-X, o que caracteriza a presença considerável de íons de prata no efluente do fixador.

Os efluentes gerados no processo (rejeito de revelador, rejeito de fixador e água de lavagem) contêm em sua composição: hidroquinona, quinona, metol, tiosulfato de sódio, sulfito de sódio, ácido bórico e outros, além de prata, sob a forma de íons complexos com S_2O_3 (Carvalho, 2005, *apud* Carvalho, 2000). Segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005, os efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores) são classificados como pertencentes ao grupo B, e, portanto, contêm “substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente e devem ser submetidos a tratamento e disposição final específica”. Isto equivale também para as películas, classificadas igualmente como resíduos de serviço de saúde pelo inciso X do artigo 2 da resolução citada. O gerenciamento e manejo dos resíduos de serviço de saúde são regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), segundo Resolução nº 306, de 7 de dezembro de 2004.

Costumeiramente, somente a prata contida nesses resíduos é reaproveitada devido o seu considerável valor comercial, enquanto os rejeitos das soluções e rejeitos sólidos são descartados de forma inadequada no meio ambiente, apresentando características físico-químicas completamente em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução nº 358 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Este trabalho objetiva mapear a geração dos efluentes dos serviços de diagnóstico por imagem em hospitais, clínicas e semelhantes das zonas Leste e Sul de Natal (Figura 1), bem como quantificar os efluentes do revelador e fixador produzidos, e ainda avaliar a destinação dada aos resíduos e analisar o teor de prata dos efluentes de fixador coletados.



Figura 1 – Cartograma de localização da área estudada. Fonte: Google Earth.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo dados da Coordenação de Vigilância Sanitária (COVISA/RN), obtidos através do seu corpo técnico, a cidade de Natal possui 54 estabelecimentos que utilizam serviços de radiodiagnóstico e/ou radiográficos, distribuídos em 21 hospitais e 33 clínicas. Ainda há 10 estabelecimentos que utilizam serviços de radiodiagnóstico odontológico, sendo 2 universidades e os demais, clínicas e institutos. Os estabelecimentos visitados estão compreendidos nas zonas Leste e Sul de Natal, escolhidos por apresentar elevada concentração de locais que fazem uso do serviço radiográfico. Foram visitados 19 estabelecimentos, distribuídos em 7 hospitais públicos, 2 hospitais privados, 9 clínicas e 1 faculdade de odontologia.

As visitas ocorreram nos meses de julho e agosto de 2006, as quais objetivaram: recolhimento dos dados da quantidade e destinação dada aos efluentes gerados de fixador e revelador; coleta de amostras para análise do teor de prata do rejeito do fixador; coleta de dados de coordenadas geográficas com uso de GPS para mapeamento da distribuição dos locais; e o tratamento dos dados realizados com o auxílio do software STATISCA.

A quantificação da prata foi determinada usando dois métodos, um teste colorimétrico em papel indicador e o método utilizando o espectrofotômetro VARIAN (APHA et al, 1992). As demais análises físico-químicas foram realizadas seguindo os padrões preconizados em APHA et al. (1992) e descritas a seguir:

- pH: Método potenciométrico;
- Condutividade: Condutivímetro de campo ORION 115A+ (com/TDS/SAL);
- Nitrito (NO_2): Método colorimétrico da sulfanilamida com leituras de absorbância no espectrofotômetro DR – 2000 da HACH, a 540nm;
- Cor: Método colorimétrico com leituras de absorbância no espectrofotômetro DR-2000 da HACH, a 455 nm;
- Turbidez: Método turbidimétrico com leituras de absorbância no espectrofotômetro DR-2000 da HACH, a 450 nm;
- DQO: Método de refluxação fechada com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal;
- Cloreto: Método titulométrico com EDTA;
- Sulfato: Método turbidimétrico do cloreto de bário com leituras de absorbância no espectrofotômetro DR-2000 da HACH, 650 e 750nm;
- Sólidos Totais Dissolvidos: Condutivímetro de campo ORION 115A+ (com/TDS/SAL);

As análises foram realizadas nos laboratórios do Departamento Acadêmico de Recursos Naturais (DAREN) do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As comparações entre os parâmetros analisados e o limite permissível para o lançamento do efluente num corpo aquático leva em consideração que esse é classificado, segundo a Resolução CONAMA nº 357, como Classe 2.

Os valores das análises físico-químicos estão apresentados na Tabela I.

Tabela I – Resultado médios de parâmetros físico-químicos

PARÂMETROS	FIXADOR	LIMITE PERMISSÍVEL
pH	4,93	6,0 – 9,0
Cor (mg/L Pt-Co/L)	636	75,00
Turbidez (UNT)	125	Até 100
Condutividade Elétrica (mS/cm)	150	ND
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	152000	500
Cloreto (mg/L Cl ⁻)	37770	250
Sulfato (mg/L SO ₄ ⁻²)	53833	250
DQO (mg/L)	47967,48	ND
Prata (mg/L Ag)	3000	0,01

ND – Não definido pela legislação em vigor.

Observa-se que o pH do fixador e do revelador estão fora dos limites permissíveis para o lançamento. O primeiro apresenta pH ácido (4,93) e o segundo na faixa alcalina (10,98), que estão em desacordo com a RDC 306 da ANVISA. Esses, valores, afastados da neutralidade, podem afetar a vida aquática do ambiente ao qual for lançado, provocando a morte da fauna e flora local.

Em relação à cor, sólidos totais dissolvidos, cloreto, turbidez, sulfato e a prata, observa-se que suas concentrações estão bem acima do limite preconizado pela resolução. A demanda química de oxigênio (DQO) é altíssima, indicando uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio.

As análises de concentração de prata nos efluentes do fixador foram feitas em quatro amostras, sendo provenientes de: uma de hospital particular, duas de hospitais públicos e uma de clínica. A média de prata presente no fixador analisado esteve na faixa de 2-4g/L. Este resultado é um valor amostrado nos estabelecimentos citados e deve representar a sua média.

No que diz respeito à geração dos efluentes radiográficos, os valores mensais auferidos foram 3531,5 L para o revelador, e 2560,5 L para o fixador. Constata-se que o volume do revelador é sempre é sempre maior que o volume de fixador. A produção dos efluentes é extremamente dependente do porte do empreendimento, como se observa na Figura 2, na qual os valores de máximo produzido são milhares de vezes maiores que os valores de mínimo.

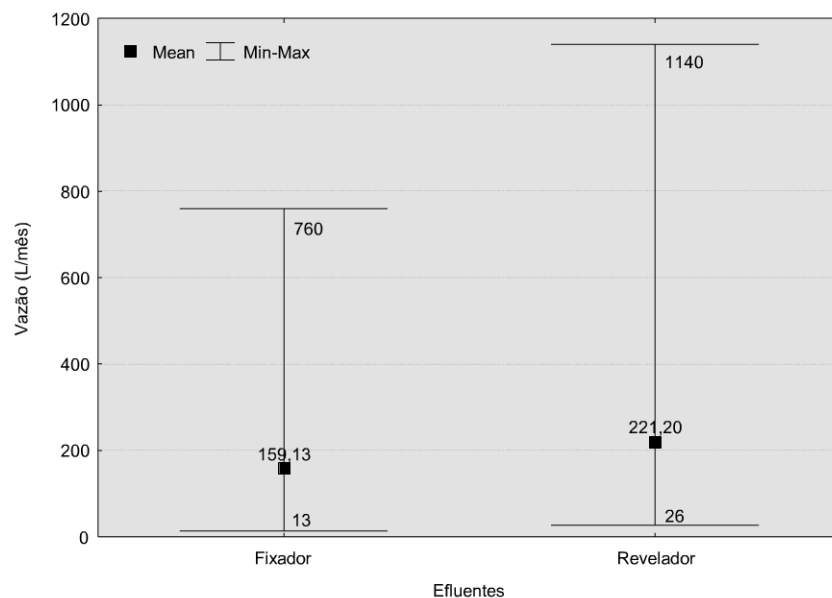


Figura 2 – Variação da vazão dos efluentes de revelação radiográfica.

Nota-se que não houve diferença significativa na média de produção de efluentes entre as clínicas e hospitais (Figura 3 e 4). Para o fixador, os valores para as clínicas e hospitais foram, respectivamente, 134,88L e 186,86L. Para o revelador, respectivamente, 197,00L e 248,86L.

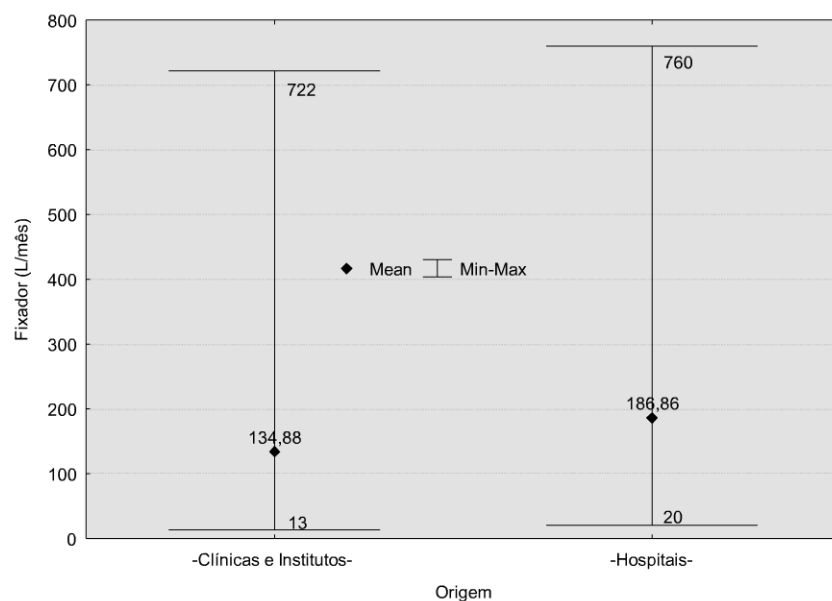


Figura 3 – Variação da vazão de fixador em clínicas e hospitais.

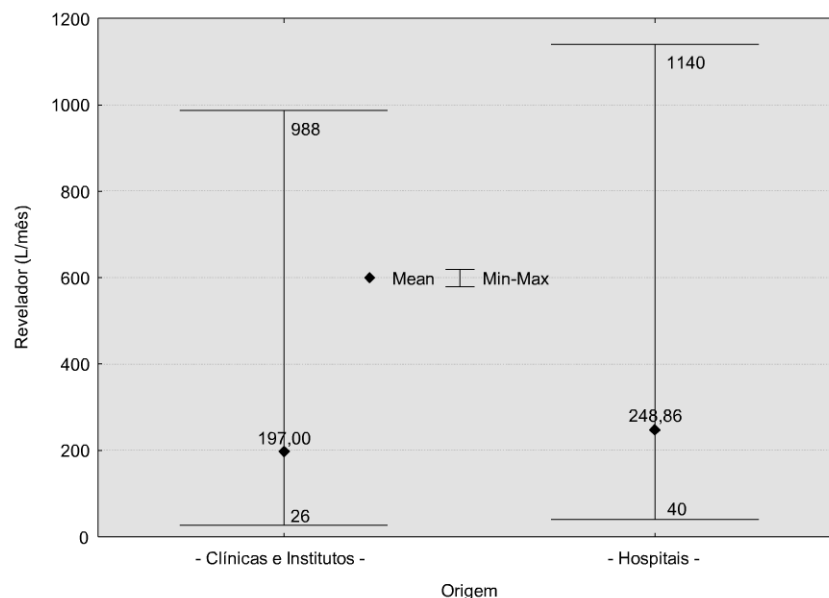


Figura 4 – Variação da vazão de revelador em clínicas e hospitais.

Quanto à disposição dos efluentes em meio ambiente, constatou-se que estes seguem os seguintes destinos: a) as soluções de revelador e água de lavagem são lançadas no meio ambiente, através da rede de coleta dos esgotos domésticos e sem nenhum tratamento prévio adequado; e a solução de fixador é comercializada para a recuperação da prata da solução seguida do lançamento do rejeito no meio ambiente; b) o rejeito do revelador é tratado como sendo resíduo hospitalar, sendo regularmente coletado e eliminado por empresa competente, e o fixador é destinado à comercialização para terceiros e a água de lavagem segue para a rede esgotos; c) os rejeitos do revelador e do fixador são vendidos a empresa gráfica; a água de lavagem segue o mesmo destino dos demais locais. A maior parte dos locais visitados seguem a opção “a”. As segunda e terceira opções, cada uma, foram observadas somente para um estabelecimento.

4. CONCLUSÕES

As informações obtidas neste trabalho mostram que os locais visitados possuem um tratamento inepto para seus efluentes, caracterizando-se como resíduos químicos que podem provocar elevado dano ambiental. A cidade necessita claramente de uma política de tratamento e gestão desses efluentes, além de um serviço especializado que promova esse tratamento especial, enquadrando os efluentes dessa atividade nos parâmetros adequados para que possam ser dispostos no meio ambiente, tendo em vista a sua classificação como grupo B (resíduos químicos) e resíduos de serviço de saúde (filmes) de acordo com resolução CONAMA 358 de 2005.

Observa-se que há pessoas realizando a coleta destes efluentes para a recuperação da prata, as quais realizam este serviço de forma irregular, sendo esta prática danosa ao patrimônio público e ao meio ambiente. Assim, se faz necessário a exigência de serviço especializado para o tratamento integral dos resíduos radiográficos da rede de saúde.

O CEFET-RN através do seu Núcleo de Incubação Tecnológica tem estimulado a criação de empresas de base tecnológica para a solução de problemas identificados pela sociedade, como este caso particular.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 306 de 7 de dezembro de 2004.

BENDASSOLI, José Albertino; TAVARES, Glauco Arnold; IGNOTO, Raquel de Fátima; ROSSETI, Alexssandra Luiza Rodrigues Molina. **Procedimentos para Recuperação de Ag de Resíduos Líquidos e Sólidos**. Química Nova, vol. 26, nº 4, 2003.

Carvalho A. C.; Pinto M. L.; Fernandes G. S.; Azevedo A. C. **Análise e gerenciamento de efluentes de serviços de radiologia**. Departamento de Radiologia – UFRJ, RJ, 2005.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005.

Governo Federal. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada por Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983.

MAPA, Google Earth.

RIBEIRO, Vanessa Monteiro; SANTOS, Ronaldo Luis; SOBRAL, Luis Gonzaga dos Santos Sobral. **Avaliação Preliminar da Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos e Radiográficos por Cementação**. VIII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2005.