

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE CIDADE TIRADENTES

CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA

Daiane Vieira dos Santos

Giselle Aparecida dos Santos

Juliana Aparecida de Oliveira

Marcia Cristina Alves de Paiva Silva

**CHAPA DE RAIOS X: EXTRAÇÃO DA PRATA E ARTESANATO
COM O ACETATO DE CELULOSE**

**São Paulo
2020**

Daiane Vieira dos Santos
Giselle Aparecida dos Santos
Juliana Aparecida de Oliveira
Marcia Cristina Alves de Paiva Silva

**CHAPA DE RAIOS X: EXTRAÇÃO DA PRATA E ARTESANATO COM
O ACETATO DE CELULOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Técnico em Química da Etec Cidade
Tiradentes orientado pelo Prof. Marconi da Cruz
como requisito parcial para obtenção do título de
técnico em química .

São Paulo
2020

AGRADECIMENTO

Agradecemos a Deus, por toda a força que nos concedeu em nossa jornada, e somos grato aos nossos familiares por estar ao nosso lado nesse momento em que precisamos de tanto apoio e amor. Aos amigos que compartilharam ao longo do curso inúmeros desafios. Ao orientador pelo suporte e incentivo ao nosso projeto de pesquisa. Também agradecemos a Instituição Centro Paulo Souza e Etec Cidade Tiradentes e a todos os professores por nos proporcionar conhecimento.

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por nos fortalecer neste momento. Aos nossos familiares que com muito carinho e paciência nos apoiaram para que chegássemos até esta etapa de nossas vidas.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

(Walter S. Landor)

RESUMO

O descarte inadequado de radiografias pode causar sérios problemas, pois elas são feitas da chapa de um plástico chamado acetato de celulose e da prata (Ag). O acetato de celulose possui um risco para o meio ambiente pelo fato de demorar mais de um século para se decompor na natureza e a prata, por ser um metal pesado, é altamente poluente e prejudicial à saúde, pois causa problemas renais, motores e neurológicos. Por isso, há empresas especializadas para fazer a reciclagem adequada destes filmes radiológicos, fazendo com que não ocorra a contaminação desses poluentes no meio ambiente e na população. De uma forma geral, é uma ferramenta poderosa em se tratando de viabilidade econômica e redução do uso contínuo dos recursos naturais que estão ficando cada vez mais escassos. No entanto, a falta de informações na sociedade faz com que essas películas ricas em prata (Ag) sejam descartadas incorretamente, contaminando o solo e o lençol freático, sem que seja feito o processo de extração da prata (Ag).

Palavras-Chave: película radiográfica; imagem radiográfica; produção mais limpa radiográfica, reciclagem de acetato de celulose, reciclagem de radiográfica.

ABSTRACT

Improper disposal of radiographs can cause serious problems as they are made of the sheet of a plastic called cellulose acetate and silver (Ag). Cellulose acetate has a risk to the environment because it takes more than a century to decompose in nature and silver, being a heavy metal, is highly polluting and harmful to health because it causes kidney, motor and neurological problems. . Therefore, there are specialized companies to properly recycle these radiological films, so that the contamination of these pollutants in the environment and the population does not occur. All in all, it is a powerful tool when it comes to economic viability and reducing the continued use of increasingly scarce natural resources. However, the lack of information in society causes these silver-rich (Ag) films to be disposed of incorrectly, contaminating the soil and groundwater without the silver (Ag) extraction process being done.

Keywords: radiographic film; radiographic image; radiographic cleaner production, cellulose acetate recycling, radiographic recycling.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 História da radiologia	10
1.2 História da prata	11
1.3 Reciclagem	14
1.4 Viabilidade Econômica	15
1.5 Problematização	16
1.6 Objetivo Geral	17
1.7 Objetivo Específico	17
2 METODOLOGIA	
Escala)	162.1 Reciclagem (Larga Escala) 17
2.2 Reciclagem (Pequena Escala)	18
3 MATERIAIS E REAGENTES	19
4 PROCEDIMENTO	20
5 RESULTADOS	20
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
7 REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

1.1 História da radiologia

Em uma perspectiva histórica, a radiologia teve seu início em 1895, quando um homem, Wilhelm Conrad Roentgen, engenheiro mecânico, de origem alemã, fez a descoberta dos raios X, Roentgen convenceu sua esposa Anna Bertha a participar de seus experimentos, colocando a mão dela em cima de uma placa fotográfica e bombardeando-a com os Raios desconhecidos (raios X), ele notou que apareceram sombras da aliança que ela usava e também dos ossos de seus dedos, essa foi a primeira radiografia, chamada de “Roentgenograma”. O episódio ficou registrado como a descoberta oficial da radiação, essa descoberta promoveu a medicina, a um novo patamar, a área da imagiologia. (FRANCISCO C.F; MAYONE W., 2005)

No século XX com essa importante descoberta, a técnica médica sofreu grande avanço utilizando os diagnósticos por imagem, desde essa época até os dias atuais as máquinas que produzem o raios X vieram passando por grandes modificações para melhor desempenho e menos riscos ao pacientes que ficam expostos a radiação.

No Brasil, a primeira radiografia realizada foi em 1896. A primazia é disputada por vários pesquisadores: Silva Ramos, em São Paulo; Francisco Pereira Neves, no Rio de Janeiro; Alfredo Brito, na Bahia; e físicos do Pará. Como a história não relata dia e mês, conclui-se que as diferenças cronológicas sejam muito pequenas.

Primeiro Aparelho Instalado no Interior do País foi o Dr. José Carlos Ferreira Pires no interior do Brasil, na cidade de Formiga, Minas Gerais, a 600 km do Rio de Janeiro. Hoje, o equipamento está no Museu de Cirurgia em Chicago.

Com essa nova área auxiliando a medicina as diversas patologias que até então não podiam ser diagnosticadas com maior precisão, porque eram doenças “invisíveis”, passaram-se a ser diagnosticadas com maior facilidade e eficiência. No entanto, no século XIX, as pessoas não tinham noção do perigo que a radiação ionizante proporcionava, o tempo de exposição era muito alto, atualmente este problema foi resolvido com a evolução dos equipamentos e praticamente é um problema superado nos dias de hoje, porém, existe outro problema que não foi solucionado por completo até mesmo nos dias atuais, a destinação dos resíduos radiológicos que não emitem radiação. Não é novidade que na radiologia utilizam-

se materiais perigosos como prata (Ag), além daqueles que emitem radiação ionizante, assim como na enfermagem, por exemplo, onde os resíduos hospitalares como seringas contaminadas e materiais que passaram a ser inutilizáveis precisam de um descarte correto, assim como os resíduos radiológicos (películas radiográficas) também necessitam de um descarte correto, que não seja agressivo ao meio ambiente.. (FRANCISCO C.F; MAYONE W., 2005).

1.2 História da prata

A prata (Argentum) é representada pelo símbolo químico Ag, tem número atômico 47, é considerada um metal nobre, tendo por características ser branco, brilhante, denso (densidade 10,5g/cm³), maleável e dúctil, utilizado em numerosas ligas preciosas. (BENDASSOLLI et al., 2003). Relatos históricos contam que os primeiros metais a serem manipulados e utilizados pelo homem foram aqueles que podiam ser encontrados na natureza como elemento puro, a prata foi um deles.

Acredita-se que a prata tenha sido metal de número três a ser encontrado e manipulado pelo homem, sendo que o ouro e o cobre antecederam sua descoberta. (KING, 1994).

Os alquimistas consideravam a prata como o elemento mais próximo do ouro. Para eles o ouro era um metal perfeito e por isso deram-lhe o símbolo de um círculo, representando o sol, e para a prata, "quase perfeita", atribuíram-lhe o símbolo de um semicírculo, representando a lua. O nome dado a esse metal deveu-se ao seu brilho característico, a palavra prata tanto em grego (*argyros*) quanto em latim (*argentum*) significa brilhante. O símbolo químico dado à prata (Ag) deve-se ao seu nome em latim.

A mineração da prata na Ática (Grécia) por volta de 1000 a.C. foi responsável pela riqueza ateniense (império grego). Essas minas foram exploradas até os tempos dos romanos. No início, a prata era mais cara do que o ouro, mas na Grécia clássica a relação entre o valor do ouro e o da prata já era de 13:1, e durante o período romano de 18:1 (Maar, 2008).

A descoberta do Novo Mundo, em 1492, foi seguida pela abertura de grandes minas de prata no México, Bolívia e Peru, e isso ocasionou um rápido aumento na produção mundial de prata. Quando os colonizadores espanhóis descobriram a grandiosa mina de prata em Potosi, na Bolívia, logo se migraram para o local,

estabelecendo rotas, impostos, cidades, instituições etc. Durante o período áureo da produção argentífera em Potosi, séculos XVI–XVII, esta foi a cidade mais populosa de todo novo mundo (Deveza, 2006). A jazida de Potosi, a maior mina de prata encontrada no mundo, foi explorada durante cerca de 300 anos com o sacrifício de milhares de vidas indígenas devido às más condições de trabalho.

A grande evolução na tecnologia de extração do elemento deveu-se ao desenvolvimento do processo de amálgama de mercúrio que possibilitou um aumento na extração da prata a partir de seus minérios e ampliou tanto a qualidade quanto a quantidade de metal explorado. Entre 1500 e 1800, Bolívia, Peru e México responderam por mais de 85% da produção mundial de prata. Após 1850, vários outros países tiveram um aumento na produção de prata. Atualmente os sete maiores produtores são o México, Peru, China, Austrália, Chile, Bolívia e Estados Unidos. Cabe ressaltar que em 2010 a produção de prata aumentou 2,5% enquanto sua demanda foi elevada em 12,8% quando comparada ao ano anterior (The Silver Institute, 2012). Apesar de a América Latina ser um grande produtor de prata, há países, como exemplo o Brasil, que necessitam importar o metal visando atender a demanda do mercado interno. No caso específico do Brasil, existe uma pequena produção de prata que tem sido obtido como um subproduto do beneficiamento do ouro ou através da reciclagem. Os principais setores responsáveis pelo consumo do elemento e de seus compostos neste país são as indústrias fotográfica, radiográfica, de produtos odontológicos, de joalheira e de peças decorativas.

Pesquisas indicam que os utensílios de prata mais antigos são datados de 5000 a.C. oriundos da Índia. Objetos deste metal também foram encontrados 3500 a.C. nos túmulos da província de Ur na Índia. Há também referência à prata na Bíblia, em Gênesis 44:2: “E o meu copo, o copo de prata (...)”, escrita essa que se trata de uma descoberta sobre a época das civilizações egípcias 3000 antes de cristo (a.C.). (MAAR, 1999).

A prática de extração natural da prata é feita através da mineração com métodos de abertura de buracos e trituração dos minérios. Ao contrário do ouro, a prata está presente em várias ocorrências naturais de minerais. A maior abundância é representada pelo sulfeto de prata - Ag_2S (Argentite), além da ocorrência de depósitos de prata nativa (não combinada). Afirma ainda que pelo fato de uma grande maioria dos minérios conterem prata destaca-se as de maior importância a

combinação de três metais chumbo, cobre e zinco ou cada um individualmente. (SHAIKHZADEH, 2004).

Dentre as aplicações, a prata é muito utilizada na indústria de material fotográfico, radiográfico, eletroeletrônica, na cunhagem de moedas e em joalherias.

É usada, ainda, em soldas, principalmente junto com cobre, zinco e cádmio, na indústria farmacêutica, na fabricação de tanques de evaporação, tubos e serpentinas. Tem largo uso juntamente com mercúrio na produção de espelhos. (BENDASSOLLI et al., 2003).

Como qualquer outro resíduo, os originados pelo descarte inadequado do metal prata e seu abandono no meio ambiente, podem gerar sérios problemas ambientais, favorecendo a incorporação de agentes contaminantes na cadeia trófica, interagindo em processos físico-químicos naturais, dando lugar à sua dispersão e, portanto, ao aumento do problema. Embora a natureza seja capaz de renovar-se em seu curso natural, o acúmulo de resíduos gerados pela ação do homem, particularmente de substâncias químicas, caso ultrapassem os limites de reciclagem natural do ambiente haverá um desequilíbrio nos sistemas biológicos. (SCHNEIDER et al., 2004). Produtos químicos tóxicos e resíduos lançados no solo, mar e em rios, riachos, lagos e lagoas causam danos irrecuperáveis à vida da fauna e flora, atingindo, mais cedo ou mais tarde, o ser humano.

1.3 Reciclagem

Os resultados de exames radiológicos são arquivados por muitas pessoas, às vezes sem necessidade. Muita gente não sabe que as chapas de raio X, como são conhecidas, não podem ser descartadas no lixo comum, pois possuem materiais tóxicos, como a prata (Ag), que podem contaminar o solo e a água.

Existem pontos de descarte de radiografias em postos de saúde e hospitais em todas as regiões, que fazem o descarte correto ou encaminham para empresas de reaproveitamento. Até mesmo o transporte deste material é criterioso. É necessária a emissão de um recibo pelo material poluente e o material precisa ser acondicionado em um veículo corretamente.

Para serem reaproveitadas, as radiografias são deixadas de molho em um líquido com soda cáustica para soltar as partes escuras, que são formadas por prata, que depois é separada para ser enviada para fundição. Para se ter uma ideia,

para fazer uma barra de prata é preciso de mais de 50 mil radiografias.

O acetato de celulose separado do metal é utilizado para artesanato, sem riscos para a saúde e para o meio ambiente. É possível fazer caixinhas e embalagens para presentes, brinquedos, porta retratos e muito mais. O metal extraído pode dar origem a talheres, bijuterias e outros objetos de metal.

Muitas instituições arrecadam dinheiro com os produtos produzidos por meio das radiografias usadas. É uma forma de contribuir com essas entidades. O material que é altamente prejudicial ao planeta pode trazer inúmeros benefícios para diversas famílias.

Não só as radiografias, mas outros materiais, como pilhas, baterias e carregadores, que também possuem metais pesados em sua composição e são prejudiciais à saúde, também devem ser descartados em pontos de coleta. Postos de venda de celulares, supermercados e assistências técnicas funcionam como pontos de coleta.

Para saber onde descartar radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas, procure o hospital ou posto de saúde mais próximo de sua casa.

A película de raios X é reciclável e essa reciclagem proporciona benefícios financeiros e ecológicos. Esse processo evita que substâncias tóxicas contaminem o meio ambiente e os seus componentes recuperados se transformam em outros materiais. Por esse motivo a reciclagem é um processo mais favorável do que a incineração, porque na maioria das vezes, a incineração é feita de modo incorreto, sem o uso de filtros. Já a reciclagem, apesar de ser um processo mais caro, não causa nenhum tipo de agressão ao meio ambiente ou as pessoas que ali habitam. (PASSOS; CASTRO, 2013)

A empresa DPC Brasil (residente em São Paulo) referência no ramo de reciclagem de produtos químicos com parcerias em diversos estabelecimentos como: hospitais, clínicas, unidades básicas de saúde entre outros. Atualmente a empresa conta com aproximadamente 200 pontos de coleta em diversos locais no país, que encaminham em torno de 1000 kg de radiografias por mês. Depois de descartadas nos diversos pontos de coleta, as radiografias são retiradas por equipe especializada e transportadas até a empresa de reciclagem. Após a chegada do material inicia-se a separação das radiografias por tamanho. (PASSOS; CASTRO, 2013)

1.4 Viabilidade Econômica

Em uma estimativa média, cada tonelada de radiografias origina 10 kg de prata (Ag). No mercado comum (fabricantes de jóias, sites ou vendas no mercado livre) a Prata (Ag) 1000 varia entre 2.000 a 4.000 R\$/kg. (MACHADO, 2014)

O valor médio do investimento inicial em usinas de extração de prata (Ag) de radiografias está estimado em R\$ 100.000,00. (MACHADO, 2014)

Contudo, empreendimentos neste setor necessitam de metodologias específicas devido ao contato com diversas substâncias tóxicas além de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Licenciamento Ambiental. A legislação local também deve ser estudada para a verificação de procedimentos adicionais. (MACHADO, 2014)

1.5 Problematização

O trabalho visa a reciclagem da radiografia e a extração da prata existente no mesmo, evitando a contaminação tanto pelo metal pesado quanto com o acetato que pode ser um material reutilizável.

As radiografias são importantes para os tratamentos médicos, através delas médicos podem diagnosticar doenças e tratá-las.

Mas a questão em destaque deste projeto é o descarte dessas radiografias. Onde não existe um controle em relação a esse descarte e às radiografias acabam sendo descartadas em lixos comuns devido às desinformações a respeito destes materiais.

Por conter metal pesado como a prata, que pode contaminar o solo e consequentemente os lençóis freáticos causando vários problemas de saúde. Assim também como o acetato um plástico que leva anos para se decompor no meio ambiente.

O trabalho consiste na reciclagem de material, onde se extrai a prata podendo utilizá-la na fabricação de jóias e no caso do acetato se torna um material plástico reutilizável para o artesanato como embalagens e material escolar.

Com esse trabalho tanto a parte ambiental quanto a parte econômica são destacadas, devido ao controle da contaminação por esse material no meio

ambiente e a geração de emprego para quem trabalha com a extração desta prata e o artesanato com esse plástico.

Assim além de protegermos o meio ambiente, o descarte correto dessas radiografias agrega um grande valor para a reciclagem.

Nessa pesquisa bibliográfica, trabalhos escrevem a viabilidade da reciclagem deste material radiográfico. Onde a extração da prata altamente contaminante é viável e rentável, assim também como o acetato que para o ramo de reciclagem é algo bem utilizável.

Para a recuperação da prata a partir de radiografia, devem ser considerados os seguintes aspectos em igual relevância: simplicidade na execução; menos quantidade de reagentes; baixo custo dos reagentes; geração de menor quantidade de resíduos; geração de resíduos menos tóxicos; bom rendimento; potencialidade na recuperação e; tratamento dos resíduos.

1.6 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é a extração da prata (Ag) retirada do acetato de celulose e também a reciclagem do mesmo.

1.7 Objetivo Específico

No Brasil existe uma legislação vigente que trata do descarte correto dos materiais radiológicos gerados, a Resolução no 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), onde 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. Devido a utilização deste materiais radiológicos, os problemas de destinação se tornam mais tênues, sendo assim, é necessário um processamento eficaz para se recuperar o máximo possível dos componentes, minimizando assim os impactos ambientais.

Visando o reaproveitamento dos compostos constituintes do filme de raio X para evitar sérios danos, foi desenvolvida uma hipótese de extração da prata metálica presente, juntamente com outras substâncias subsequentes, através de métodos descritos posteriormente.

Para ocorrer a minimização desses impactos provocados pelo descarte incorreto devem ser feitas metodologias adequadas a essa redução. Todavia serão descritos ao decorrer do trabalho alternativas que possam servir como solução para essa problemática. Apesar de existirem indústrias que já realizam esse tipo de trabalho, não há auxílio para que tais parâmetros sejam pesquisados. Em consequência disso, muitas fábricas ainda continuam usando procedimentos não muito eficazes se analisados de forma geral em todos os conceitos, como rendimento, custo energético e de produção, dentre outros. Todavia devem ser aplicadas medidas de universalização da informação para que a população saiba dos riscos envolvidos e problemas futuros causados pelos maus hábitos.

2 METODOLOGIA

2.1 Reciclagem (Larga Escala)

Na etapa de lavagem, as radiografias são descontaminadas com o desprendimento da prata (Ag) e de outros elementos químicos das folhas de acetato de celulose. Após a descontaminação existe uma divisão no processo de reciclagem devido ao reaproveitamento de diferentes elementos, o acetato de celulose e a prata (Ag). O acetato de celulose sai transparente do tanque de lavagem para um processo de secagem numa estufa. Após a secagem, a folha de acetato de celulose torna-se matéria prima para produção de caixas de presente e material escolar. O acetato de celulose pode ser comercializado como embalagens ou triturado para a produção de novos produtos. (PASSOS; CASTRO,2013)

Em seguida, o resíduo que contém a prata (Ag) é tratado com hidróxido de sódio em água e aquecido durante 15 minutos, obtendo-se o óxido de prata (Ag) misturado a impurezas; (PASSOS; CASTRO, 2013). O óxido de prata (Ag) é então aquecido em uma solução de sacarose por 60 minutos, obtendo-se a prata (Ag) impura sólida e que ainda não apresenta brilho; (PASSOS; CASTRO, 2013)

Por fim, a prata (Ag) é aquecida a 1000°C por 60 minutos em uma mufla, obtendo-se a prata (Ag) pura e com o brilho.

No final de qualquer processo teremos: Prata (Ag), pode ser comercializada para indústrias de eletrônica, joias, da medicina, bolsa de valores, inclusive usar para outras radiografias.

Os resíduos líquidos precisam ser encaminhados a uma unidade de tratamento.

Logo após todo o processo químico para recuperação da prata (Ag) ela se encontrará no estado granulado.

2.2 Reciclagem (Pequena Escala)

Primeiramente as películas são lavadas com alvejante de hipoclorito doméstico (água sanitária), esse alvejante tem a função de lavar a película e retirar sua parte translúcida (enegrecida), essa parte enegrecida foi o local onde os haletos foram bombardeados com raios X, após a retirada da gelatina (haletos) sobrarão apenas o acetato de celulose que poderá ser reutilizado para confecção de caixas, embalagens ou pastas. (MAZERA; TRAINOTTI, 2016)

Após mergulhar as películas (acetato de celulose) na solução, a gelatina (emulsão) das películas começará a se desprender do plástico e é necessário esperar por pelo menos 24 horas para que ocorra o total desprendimento, caso este não ocorra será necessário esfregar as películas com as mãos usando uma luva e esperar por mais um intervalo de tempo. Com isso, os produtos dessa mistura serão: a película limpa (acetato de celulose), clara e totalmente livre dos haletos e uma substância escura que é onde se encontra a prata (Ag). Essa substância passará ainda por um processo mais complexo para que se possa retirar a prata (Ag). (MAZERA; TRAINOTTI, 2016)

Depois que se obtém essa mistura, água sanitária e óxido de prata (Ag), será necessário realizar a filtração para separar o alvejante, do óxido de prata (Ag) que são substâncias heterogêneas. (MAZERA; TRAINOTTI, 2016)

Esse é o último processo para a obtenção da prata (Ag) propriamente dita, despeja-se o óxido em uma panela (não precisa ser necessariamente uma panela) e será adicionado a substância soda cáustica e sacarose, a dose desses ingredientes variam de acordo com a quantidade de radiografias utilizadas e seus respectivos tamanhos, mas normalmente são duas colheres de sopa de sacarose e uma de soda cáustica. A mistura deverá ferver por aproximadamente 30 minutos, é necessário usar algum tipo de proteção pois a fervura pode causar projeção dos elementos que são altamente corrosivos. (MAZERA; TRAINOTTI, 2016)

Após esse período haverá a aglomeração da prata (Ag) (fusão dos haletos) que após disso podem ser facilmente filtrados para obtenção da prata (Ag) densa,

essa é uma prata (Ag) de pureza razoável. (MAZERA; TRAINOTTI, 2016)

Finalmente é feito o aquecimento da prata a 1000°C em uma mufla no tempo de aproximadamente 60 minutos e assim obtém-se a prata limpa com brilho para ser usada na fabricação de produtos.

3 MATERIAIS E REAGENTES

- Mufla (1000°C)
- Béquer
- Recipiente plástico
- Tripé
- Tela de Amianto
- Bico de Bunsen
- Bastão de vidro
- Funil de vidro
- Filtro de papel quantitativo
- Cadinho de porcelana
- Espátula
- Pinça
- Hipoclorito de sódio 2,0% (água sanitária)
- Sacarose
- Hidróxido de sódio

4 PROCEDIMENTO

1. Lavou-se as chapas de raio X com o hipoclorito de sódio a 2%, sendo que as mesmas ficaram submersas em um recipiente plástico por 5 dias, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Chapa de raio X imerso hipoclorito



Fonte: Do próprio autor, 2020

2. Após transcorrido os 5 dias gerou-se uma solução com coloração púrpura que deixou-se decantar (por 10 minutos) como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Líquido de tratamento das chapas de raio-X



Fonte: Do próprio autor, 2020

3. Em um béquer com 500 ml da solução decantada adicionou-se 15 g de Hidróxido de sódio e 30 g de sacarose como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Solução de sacarose e hidróxido



Fonte: Do próprio autor, 2020

4. Aqueceu-se a solução em Bico de Bunsen e manteve-se sob agitação por 30 minutos, tornando-se uma solução marrom como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Aquecimento da solução decantada contendo NaOH e sacarose (A) início da ebulição e (B) formação de precipitados de óxido de prata.



Fonte: Do próprio autor, 2020

5. Deixou-se resfriar até temperatura ambiente e foi feito uma filtração simples.
6. Colocou-se em um cadinho de porcelana previamente tarado o resíduo dessa filtragem, levando a mufla a 1000 °C por 60 minutos,
7. Após calcinação resfriou-se o cadinho e obteve-se um material de aspecto brilhoso.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Colocado numa solução de hipoclorito de sódio a 2%, no qual separa os compostos físico químicos da chapa para raio X, nesta etapa tem se tem o acetato de celulose, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Acetato de celulose tratado

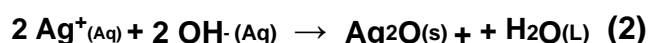


Fonte: Do próprio autor, 2020

A prata que recobre a película de acetato de celulose é precipitado em óxido de prata, segundo a Reação 1:



De acordo com a metodologia acima, precipitou-se os íons Ag^+ presente na solução decantada (Figura 2) com o auxílio de hidróxido de sódio e água para uma melhor eficiência do processo, obtendo a solução de coloração marrom (Figura 4B), com precipitados, de óxido de prata, de acordo com a Reação 2 abaixo:



Após a completa retirada da película de revestimento as placas foram lavadas com água e foram secas (em ao ar livre). Essas películas de acetato podem ser aplicadas em utensílios de artesanato, ou embalagens decorativas, como bolsa

e abajur ilustra a Figura 6.

Figura 6 – Reutilização de placas de acetato em artesanato de bolsa (A) e abajur (B)



Fonte: Do próprio autor, 2020.

No processo final de calcinação foi obtido um produto branco e brilhante indicativo de prata metálica, porém, não foi possível realizar testes físicos químicos para a confirmação de obtenção do produto. A Figura 7 mostra o produto obtido.

Figura 7- Prata pura e resíduos da calcinação



Fonte: Do próprio autor, 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi obtido um produto de baixo custo, com um valor socioambiental de extrema relevância, com características da prata metálica não sendo possível testes físicos químicos para confirmação. A aplicação do estudo se torna economicamente viável e ecologicamente sustentável em escalas industriais.

Os resultados obtidos neste trabalho deverão contribuir sobremaneira para o manejo adequado de rejeitos provenientes de processos radiográficos. A aplicação dos resultados irá contribuir sem dúvidas, para a diminuição do impacto ambiental negativo gerado pelo despejo descontrolado de materiais radiográficos em diferentes sistemas públicos, bem como, agregar valor ao produto gerado em função da recuperação da prata.

7 REFERÊNCIAS

1. ANTUNES, S. Raquel, Resíduos de Radiografias, 2011. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/6192/1/Antunes_2011.pdf. Acesso: 18/08/2019.
2. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No 306, de 7 de dezembro de 2004: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6. Acesso: 26/08/2019.
3. 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. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res_35805.pdf. Acesso: 24/08/2019.
4. EMPRESA DPC Brasil: Reciclagem de Químicos Disponível em: <https://www.dpcbrasil.com/>. Acesso em: 25/10/2019.
5. FRANCISCO, C.F; MAYONE, W.; CARVALHO, Antônio P.C; MARINA, C.F, Radiologia: 110 anos de História, 2005. Disponível em:

<http://www.imaginologia.com.br/dow/upload%20historia/Radiologia-110-anos-de-Historia.pdf>. Acesso: 28/09/2019.

6. LOPES, L. André; CAVALCANTE M. Oliveira; Resíduos Químicos e os Rejeitos Radioativos nos Serviços de Saúde, 2013. Disponível em: <http://www.abq.org.br/rqi/2013/738/RQI-738-pagina16-Residuos-Quimicos-e-os-Rejeitos-Radioativos-nos-Servicos-de-Saude.pdf>. Acesso: 09/07/2019.

7. MACHADO, B.G, Extração de Prata de Radiografias e Filmes fotográficos, 2014. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/usina-de-extracao-de-prata-de-radiografias-e-filmes-fotograficos/>. Acesso: 21/06/2019.

8. MARCELO, S. Pinheiro, O que fazer com chapas de Raios X, 2013. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/46-diversos/293-o-que-fazer-com-chapas-de-raio-x.html>. Acesso: 25/06/2019.

9. MAZERA, Edio; TRAINOTTI, Nadir; SOUZA, Gisele Regina de; Recuperação de Prata de Filmes de Raios X e Películas de Acetato Celulose, 2016. Disponível em: <http://docplayer.com.br/49794998-Recuperacao-de-prata-de-filmes-de-raio-x-e-peliculas-de-acetato-de-celulose.html>. Acesso: 02/09/2019.

10. MOLINA, A.B; BUENO, C.S; AINDA, C.A; CASTANHEIRA, G.M; A Radiologia Odontológica e o Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1983-183/2014/v26n1/a4538.pdf>. Acesso: 11/06/2019.

11. OLIVEIRA, S. Luciano, Conceitos Fundamentais da Formação da Imagem Radiológica, 2010. Disponível em: http://www.tecnologiaradiologica.com/materia_c_i_magem.htm. Acesso em: 10/04/2019.

12. PASSOS, D.F;CASTRO, R.C; Análise do Processo de Reciclagem de Radiografia e seu Impacto nas Questões de Saúde e Meio Ambiente, 2013. Disponível em: http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_06_Daniele_passos.pdf. Acesso: 25/08/2019.

13. SOARES, Flávio Augusto; LOPES, Henrique Batista; FILME RADIOGRÁFICO e PROCESSAMENTO, 2001. Disponível em: http://files.radiologia-rx.webnode.com.br/200000209-cb477cc437/Filme%20Introdu%C3%A7%C3%A3o_1_2.pdf. Acesso: 05/11/2019.

14. TRINDADE, Evandro; Recuperação da Prata em Radiografias, 2008. Disponível em: <https://quimicandovzp.com.br/recuperacao-da-prata-em-radiografias/>. Acesso: 05/09/2019.

