

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE MOCOCA
Técnico em Química

Ana Carolina Nicola Almeida
João Victor Da Silva Jatobá
José Mauro Silvestre Junior
Maria Eduarda De Melo

EXTRAÇÃO DE PRATA PRESENTE EM DVD'S

Mococa
2023

Ana Carolina Nicola Almeida
João Victor Da Silva Jatobá
José Mauro Silvestre Junior
Maria Eduarda De Melo

EXTRAÇÃO DE PRATA PRESENTE EM DVD'S

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec de Mococa, orientado pelas Profs. Carolina Freitas e Thais Tognoli Paterlini como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

Mococa

2023

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão às nossas estimadas professoras, Carolina Freitas e Thais Paterlini, cujo conhecimento, orientação e apoio foram essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço também aos nossos queridos familiares pelo constante incentivo, amor e compreensão ao longo desta jornada acadêmica. Sem a colaboração de vocês, esse trabalho não teria sido possível.

Gratidão a Deus por nos guiar, fortalecer nossa fé e conceder sabedoria necessária para completar o curso.

RESUMO

Este trabalho aborda a presença de prata em DVDs, considerando as questões ambientais relacionadas aos resíduos eletrônicos. O objetivo é realizar a extração da prata presente nos DVDs, visando compreender os aspectos químicos e ambientais desse processo. O levantamento bibliográfico abrange a importância da reciclagem de lixo eletrônico, destacando as regulamentações ambientais pertinentes. Para extração da prata 120 DVDs foram abertos, expondo a camada metálica e submetidos em imersão a uma solução de hipoclorito de sódio a 12%, neste estágio, o óxido de prata (Ag_2O) e o Cloreto de Prata (AgCl) se apresentaram como partículas suspensas na solução. Após a observação das partículas suspensas na solução, permitiu-se o repouso por dois dias para viabilizar o processo de precipitação dos compostos contidos nos béqueres. Fez-se uma filtração a vácuo e os compostos filtrados foram secos em estufa a 150°C durante 24 horas. A prata presente no papel filtro foi retirada e transferida para um cadinho de porcelana junto com tetraborato de sódio. O resultado desse processo é a obtenção de prata pura a partir dos DVDs, que pode ser usada para diversos fins. Com este trabalho foi possível atingir o objetivo proposto na extração da Prata de alguns DVD's e visualizar o estudo de um método químico de recuperação de Prata com pouco impactos ambientais e geração de resíduos além de ser eficiente na recuperação de metais presentes nas camadas refletoras. No entanto, a pesquisa em si abre oportunidades significativas para explorar novas abordagens na reciclagem e reutilização de materiais. Em um cenário onde já se observam os impactos dos desafios ambientais, é crucial incentivar estudos e iniciativas que tenham como objetivo reduzir esses problemas.

Palavras-chave: Prata. DVDs. Extração química. Lixo eletrônico. Sustentabilidade. Reciclagem.

ABSTRACT

This work addresses the presence of silver in DVDs, considering environmental issues related to electronic waste. The objective is to extract the silver present in DVDs, aiming to understand the chemical and environmental aspects of this process. The literature review covers the importance of recycling electronic waste, highlighting the relevant environmental regulations. To extract the silver, 120 DVDs were opened, exposing the metallic layer and immersed in a 12% sodium hypochlorite solution. At this stage, the silver oxide (Ag_2O) and silver chloride (AgCl) appeared as particles suspended in the solution. After observing the particles suspended in the solution, they were allowed to rest for two days to enable the precipitation process of the compounds contained in the beakers. Vacuum filtration was carried out and the filtered compounds were dried in an oven at 150°C for 24 hours. The silver present in the filter paper was removed and transferred to a porcelain crucible along with sodium tetraborate. The result of this process is the obtaining of pure silver from DVDs, which can be used for various purposes. With this work, it was possible to achieve the proposed objective of extracting Silver from some DVDs and visualize the study of a chemical method of recovering Silver with little environmental impact and waste generation, in addition to being efficient in recovering forests present in the reflective layers. However, the research itself opens up significant opportunities to explore new approaches to recycling and reusing materials. In a scenario where the impacts of environmental challenges are already observed, it is crucial to encourage studies and initiatives that aim to reduce these problems.

Keywords: Silver. DVDs. Chemical extraction. Electronic waste. Sustainability. Recycling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO.....	15
2.1 Objetivo geral	15
2.1 Objetivos Específicos	15
3.LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	16
3.1 A Prata	16
3.2 Dvd's	18
3.3 A Prata Utilizada Em DVD	20
3.4. Poluentes Presentes No Dvd.....	22
3.5 Método de extração da Prata.....	23
3.6 Lixos Eletrônico E Reciclagem	24
3.7. Importância da extração da prata para a sustentabilidade.....	25
4. METODOLOGIA.....	27
4.1 Materiais.....	27
4.2 Métodos	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o uso de DVDs se tornou inexistente devido aos avanços tecnológicos promovendo o surgimento dos streamings, levando em consideração que os DVDs se tornaram algo obsoleto, e seu descarte incorreto é uma problemática ao meio ambiente devido aos componentes tóxicos presentes em sua formação. Fora suas funcionalidades de reprodução de vídeo, os DVDs não oferecem outras utilidades após seu descarte. Um DVD possui várias camadas, entre elas uma em que a prata se mostra presente possibilitando sua extração para outro meio de aplicação, deixando assim suas outras camadas mais realizáveis de uma reciclagem.

A prata é um componente crucial na composição de um DVDs, mas sua extração pode causar impactos negativos ao meio ambiente devido ao uso de produtos químicos tóxicos e consumo de recursos naturais. Além disso, a mineração de prata pode ter efeitos negativos nas comunidades locais, como deslocamento de pessoas e conflitos sobre territórios. Conscientizar o leitor sobre essas questões é importante para promover a busca por alternativas sustentáveis e responsáveis na indústria de eletrônicos e entretenimento (FERREIRA, 2022).

Este trabalho aborda a presença de prata em DVDs, considerando as questões ambientais relacionadas aos resíduos eletrônicos. O objetivo é realizar a extração da prata presente nos DVDs, visando compreender os aspectos químicos e ambientais desse processo

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar a extração da prata presente em DVDs.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar uma metodologia para a extração de prata presente em DVDs.
- Conscientização sobre o descarte correto dos DVD.
- Estudar os impactos ambientais dessa extração.
- Propor recomendações e soluções para reduzir os impactos negativos da extração da prata de DVDs e promover a adoção de abordagens mais sustentáveis na indústria de eletrônicos e entretenimento.

3.LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

3.1 A prata

A prata é um elemento químico de símbolo "Ag" e número atômico 47. Como um metal de transição, a prata exibe uma série de propriedades distintas que a tornam um dos elementos mais reconhecíveis e valiosos. Com uma massa atômica de cerca de 107,87 unidades de massa atômica, a prata é sólida à temperatura ambiente e apresenta uma cor branca-brilhante característica.

Existe um consenso entre os pesquisadores de que foi descoberta na Pré-História, depois da descoberta do ouro e do cobre (cerca de 3000 a. C.). A respeito da descoberta desse precioso metal, acredita-se que ela tenha sido o terceiro metal a ser encontrado e manipulado pelo homem. A prata tem uma longa história de uso que remonta à antiguidade. Ela era amplamente utilizada para a criação de objetos ornamentais, moedas e utensílios. Hoje, a prata ainda é valorizada em várias aplicações, como joias, moedas, fotografia, eletrônica, fabricação de espelhos, prataria, revestimento de objetos de valor, odontologia e medicina. Suas propriedades antimicrobianas a tornam útil em aplicações médicas e de saúde (SOUZA *et al*, 2013).

É conhecida também por suas excelentes propriedades condutoras de eletricidade e calor, tornando-a um dos melhores condutores entre todos os elementos químicos. Isso a torna essencial em uma variedade de aplicações, desde eletrônicos e tecnologia de comunicação até indústrias de energia. Embora seja relativamente estável quimicamente, a prata pode reagir com compostos de enxofre presentes no ar, resultando no escurecimento da prata ao longo do tempo. No entanto, essa característica não diminui sua utilidade em muitas áreas.

Além disso, a prata desempenha um papel importante em muitos campos de pesquisa científica e tecnológica, devido às suas características únicas. Em resumo, a prata é um elemento químico versátil e valioso que desempenha um papel fundamental em nossa sociedade moderna, bem como na história da humanidade (SOUSA, 2023).

A Figura 1 ilustra a tabela periódica, destacando o elemento prata e seu número atômico

Figura 1: Elemento Prata na tabela periódica

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: Periodic, 2023.

A desvalorização da prata teve início quando sua disponibilidade superou a do ouro. Atualmente, esse metal é predominantemente encontrado em regiões da América do Sul, Estados Unidos, Austrália, México e Noruega. A prata pode ter três origens distintas: natural, industrial e sintética.

No estado natural, a prata pode ser encontrada na natureza, seja em sua forma pura ou combinada com outros minerais. Mais de 60 minérios diferentes contêm prata em sua composição. A origem industrial da prata envolve o processamento de materiais como chumbo, cobre e zinco para extrair esse metal precioso. Por fim, a prata sintética é produzida em laboratório por meio de reações químicas com sais que contenham prata, como o nitrato de prata. Quando reage com o cobre, resulta na obtenção de sais e prata metálica pura.

Cada uma dessas origens desempenha um papel crucial na obtenção desse valioso metal, que desempenhou um papel histórico significativo e continua a ser essencial em várias aplicações modernas (SOUZA, 2023).

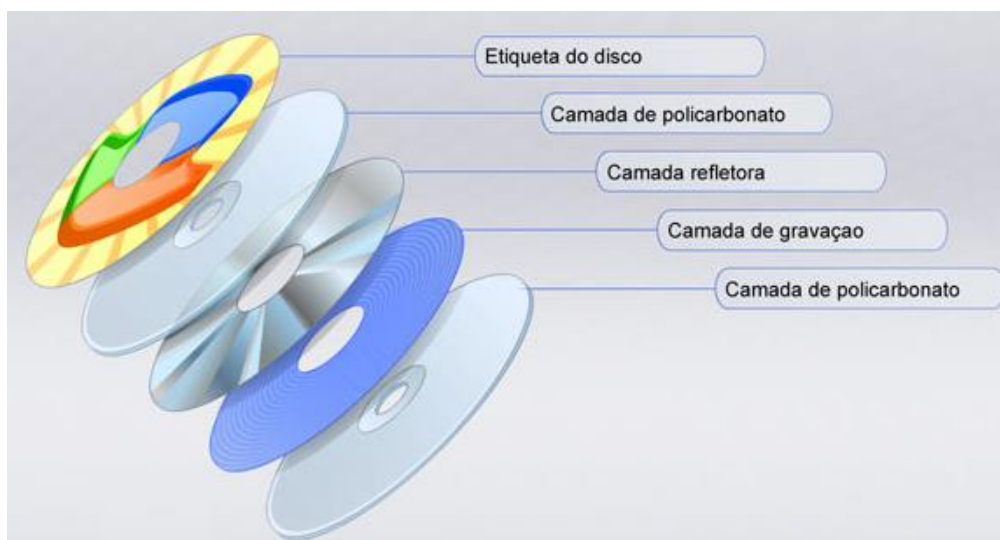
3.2 DVD'S

DVD é abreviação de Digital Vídeo Disc. E trata-se de uma disco óptico usado para armazenamento de dados, onde seu uso comercial DVD primário e o meio pelo qual é conhecido são por causa das gravações de vídeos, se tornando o substituto nas locadoras das antigas fitas VHS (vídeo home system). Desenvolvido como a segunda geração da tecnologia óptica, o DVD teve sua criação no período de 1994 e 1995, inicialmente, existiam dois formatos diferentes: o MMCD (multimídia CD) da Philips e Sony, e o SD (Super Density Disc) da Toshiba em parceria com a Time Warner. Entretanto, em 1995, essas empresas chegaram a um acordo e lançaram o DVD, consolidando os dois formatos anteriores. (VIDAL, 2017)

Os DVDs possuem uma capacidade de armazenamento significativamente maior do que os CDs. Um DVD padrão de camada única pode armazenar cerca de 4,7 gigabytes de dados, enquanto um DVD de camada dupla pode conter até 8,5 gigabytes. Existem diferentes tipos de DVDs, incluindo vídeo, de áudio, de dados e regraváveis (RW) que podem ser apagados e regravados várias vezes, além de oferecem uma qualidade de vídeo e áudio superior em comparação com os CDs devido à maior capacidade de armazenamento. São compatíveis com a maioria dos dispositivos de reprodução, como players de DVD, computadores e consoles de videogame (PEREIRA, 2016).

A estrutura do DVD consiste em várias camadas tendo sua primeira camada feita de policarbonato onde os dados são gravados. Logo acima há uma camada metálica refletora que reflete o laser do leitor, permitindo a leitura dos dados. Em seguida, há outra camada de policarbonato, seguida por uma etiqueta impressa. No total, o DVD possui cinco camadas, uma a mais do que o CD. (TECHMUNDO, 2011)

A Figura 2 mostra com detalhes as camadas e os materiais presentes na composição de um DVD.

Figura 2 – Composição do DVD

Fonte: Techmundo, 2011.

Na superfície do DVD, pode haver uma etiqueta impressa com informações, como o título do conteúdo e detalhes adicionais. Alguns DVDs permitem a gravação direta na superfície (etiquetas de impressão térmica). A Camada de Policarbonato é a camada externa do DVD é feita de policarbonato, um plástico transparente que protege as camadas internas e permite que o laser do dispositivo de leitura alcance os dados gravados. Abaixo da camada de policarbonato, há uma camada refletora de alumínio ou prata. Esta camada reflete o feixe de laser de leitura de volta para o sensor do dispositivo de reprodução. A reflexão é alterada de acordo com os "buracos" e "pits" que representam os dados gravados no disco. Já a camadas de gravação contém os dados reais, como áudio, vídeo ou informações digitais, no qual são armazenados. DVDs podem ser de camada única (single-layer) ou de camada dupla (dual-layer). Os DVDs de camada dupla têm duas camadas de dados separadas por uma camada semitransparente. Em alguns casos uma camada de revestimento protetor é aplicada sobre a camada de dados para proteger o disco contra arranhões e danos (GIOVANELLA *et al.*, 2023).

Esses componentes trabalham em conjunto para permitir que os dados sejam lidos por um dispositivo de leitura a laser. Quando o laser percorre a superfície do DVD, as áreas com "pits" (depressões) e "lands" (superfície plana) refletem o laser de maneira diferente, o que é interpretado como dados digitais.

3.3 A prata utilizada em DVD

A prata está, de fato, presente em DVDs em uma forma muito específica e em quantidades pequenas. Em DVDs, a prata é usada em uma camada de metalizante nas camadas refletoras, que são parte essencial do disco para permitir a leitura de dados. A camada refletora dos DVDs pode ser composta por prata, alumínio ou ouro. Esses metais são utilizados porque refletem bem a luz do laser que é usada para ler os dados no disco. A prata, em particular, é escolhida por sua excelente capacidade de refletir a luz. No entanto, é importante destacar que a quantidade de prata presente em DVDs é muito pequena em comparação com o metalizante de alumínio, que é o mais comum.

A prata desempenha um papel fundamental na fabricação de DVDs, atuando como a camada de dados responsável por uma série de benefícios notáveis. Sua alta capacidade de reflexão da luz é uma das principais razões para sua escolha, garantindo um sinal forte e, conseqüentemente, uma qualidade de armazenamento superior, isso se traduz em uma reprodução de vídeo mais nítida e uma taxa de erro de leitura reduzida, melhorando a experiência do usuário (CIRIACO, 2023).

Além disso, a durabilidade da camada de prata é uma vantagem considerável, pois ela é altamente resistente a riscos e danos físicos prolongando a vida útil do DVD e minimizando o risco de perda de dados devido a danos.

Outra vantagem notável é a velocidade de leitura proporcionada pela prata, permitindo a recuperação mais rápida dos dados armazenados no disco sendo crucial para uma reprodução de vídeo suave, especialmente em dispositivos de DVD e computadores, onde a rapidez na leitura é essencial, inclusive em velocidades de reprodução mais elevadas. No entanto, é importante considerar o impacto ambiental associado à prata, embora seja um recurso natural, a extração e o processamento da prata podem ter efeitos negativos, envolvendo o uso de produtos químicos tóxicos e a potencial poluição do solo e da água, além do que a prata é um recurso finito, e sua disponibilidade no futuro pode ser uma preocupação. (CIRIACO, 2023).

Em resumo, a prata é uma escolha superior para a qualidade, durabilidade e velocidade de leitura em DVDs, mas é crucial estar ciente de suas implicações ambientais devido à sua natureza não renovável e ao processo de extração potencialmente prejudicial (CIRIACO, 2023).

A reciclagem da prata nos DVDs permite que esse metal precioso seja reutilizado, evitando assim a mineração desnecessária se tornando uma prática que

deve ser incentivada e adotada para preservar o meio ambiente. A extração de prata pode ter impactos ambientais significativos se não for realizada de forma responsável. Por exemplo, a prata pode ser extraída usando mercúrio, um metal altamente tóxico para o meio ambiente onde os resíduos gerados pela extração de prata também podem contaminar o meio ambiente e causar impactos na fauna e flora local, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 – Impactos ambientais derivados da extração da prata

IMPACTOS	ALTERNATIVAS
Contaminação do solo.	Extração e manipulação responsável.
Contaminação de águas subterrâneas.	Monitoramento do processo produtivo.
Poluição atmosférica.	Utilização de tecnologias limpas para extração.

Fonte: Os Autores, 2023.

3.4. Poluentes presentes no DVD

A fabricação de DVDs envolve vários materiais e processos que podem gerar poluição e impactos ambientais como ilustrado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2- Elementos poluentes e seus tipos de poluição.

ELEMENTOS POLUENTES NA FORMAÇÃO DE DVDs	TIPO DE POLUIÇÃO
CLORETO DE POLIVINILA	Usado em algumas camadas protetoras podem liberar poluentes durante a produção e descarte inadequado.
CHUMBO	Pode ser liberado durante a fabricação e descarte impróprio, representando um risco ambiental.
SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	A produção de tintas, revestimentos e outros materiais usados na impressão e proteção dos DVDs pode envolver produtos químicos tóxicos que podem ser liberados no ambiente.
ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS	Os processos de fabricação de DVDs requerem energia, que geralmente é obtida de fontes não renováveis, contribuindo para emissões de gases de efeito estufa e poluição do ar.
RESÍDUOS SÓLIDOS	A fabricação de DVDs gera resíduos sólidos, incluindo recortes de policarbonato, resíduos químicos e embalagens, que podem ter um impacto ambiental negativo se não forem tratados adequadamente.

Fonte: Autores, 2023.

3.5 Método de extração da prata

A extração da prata de DVDs é feita por lixiviação e envolve o uso de produtos químicos para dissolver a camada refletora que contém prata e, em seguida, recuperar a prata a partir da solução resultante. Vale ressaltar da importância do uso de equipamento de segurança, como luvas, óculos de proteção e avental, devido aos perigos potenciais dos produtos químicos e uma quantidade consideravelmente grande de DVDs

De acordo com Ciriacco (2003) a extração da prata de DVDs envolve basicamente a seguinte ordem:

- **Preparação do DVD:** Remova qualquer etiqueta, impressão ou sujeira da superfície do DVD, deixando apenas a camada refletora visível.
- **Corte o DVD:** Corte o DVD em pedaços menores para facilitar o manuseio.
- **Lixiviação:** Coloque os pedaços de DVD em um recipiente resistente a produtos químicos e adicione ácido nítrico suficiente para cobrir os pedaços. A camada refletora de prata começará a se dissolver na solução. Esse processo pode liberar gases tóxicos, portanto, faça-o em uma área bem ventilada ou sob uma capela de exaustão química.
- **Filtração:** Após a lixiviação, filtre a solução para separar os resíduos sólidos, que podem incluir materiais não desejados e os restos da camada refletora.
- **Precipitação da Prata:** A solução resultante contém prata em forma de íons. Adicione um agente precipitante, como cloreto de sódio (sal de cozinha), para fazer com que a prata se precipite como cloreto de prata.
- **Recuperação da Prata:** Após a precipitação, a prata pode ser separada do restante da solução. Ela deve ser lavada e purificada.
- **Descarte Seguro:** O resíduo tóxico restante, que inclui ácidos e outros produtos químicos, deve ser descartado de maneira segura, seguindo as regulamentações ambientais locais.

3.6 Lixos eletrônico e reciclagem

Conforme estipulado pela Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) são considerados aqueles que requerem correntes elétricas ou campos magnéticos para operar, abrangendo também os dispositivos relacionados à geração, transmissão e medição dessas correntes e campos. De acordo com dados do The Global E-waste monitor 2020, muitos brasileiros possuem limitado conhecimento acerca do que compõe os resíduos eletrônicos, bem como carecem de orientação sobre sua disposição adequada. A pesquisa revela, adicionalmente, que aproximadamente um terço dos entrevistados associam erroneamente os resíduos eletrônicos ao conceito de spam, ou seja, resíduos eletrônicos digitais indesejados (FERREIRA, 2022).

Além disso, constata-se que quase 90% da população brasileira mantém dispositivos eletrônicos inoperantes em suas residências, mesmo que alguns tenham conhecimento da existência de locais para o descarte adequado. No entanto, a maioria não efetua tal entrega, devido à falta de conhecimento sobre a localização desses pontos de coleta, à distância, à escassez de tempo ou à informação insuficiente (FERREIRA, 2022).

O processo de reciclagem do lixo eletrônico começa com uma triagem minuciosa, onde os produtos são separados com base em sua capacidade de reutilização, aqueles que ainda podem ser usados são mantidos à parte dos que não têm mais utilidade, posteriormente ocorre o desmonte dos aparelhos, onde a carcaça, bateria, placas de circuito e vidros são encaminhadas para destinações específicas, de acordo com seus componentes. Na segunda etapa desse processo, a carcaça é triturada e os materiais resultantes são separados por tipo onde esses resíduos podem ser vendidos a outras empresas que utilizam os polímeros presentes nestes produtos, ou podem ser submetidos à incineração para gerar energia. Por outro lado, os materiais tóxicos são cuidadosamente armazenados em tanques apropriados e, posteriormente, direcionados a empresas especializadas em seu tratamento.

Atualmente, a responsabilidade pela reciclagem de lixo eletrônico recai sobre as empresas fabricantes desses produtos, que tem o dever de separar os componentes e assegurar que cada material receba a destinação adequada, incluindo a reutilização em novos produtos ou o encaminhamento para locais especializados, garantindo assim a gestão responsável dos resíduos eletrônicos.

A Figura 3 mostra recursos valiosos extraídos a partir da reciclagem de lixo eletrônico.

Figura 3 - Recursos extraídos



Fonte: SOUZA, 2023.

3.7. IMPORTÂNCIA DA EXTRAÇÃO DA PRATA EM DVDS PARA A SUSTENTABILIDADE.

De acordo com a Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o impacto ambiental é definido no artigo 1º da Resolução Conama-001 como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam o bem-estar e a saúde da população, as atividades socioeconômicas, a biota (conjunto de todos os seres vivos), as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”. (SOUZA, 2023).

A extração da prata de DVDs e dispositivos eletrônicos desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade, ocorrendo devido à recuperação de recursos valiosos, como a prata, que reduz a necessidade de mineração prejudicial ao meio ambiente além disso, a reciclagem minimiza os impactos ambientais da mineração, diminui os resíduos eletrônicos, fomenta a economia circular e conserva energia. Essas práticas também geram empregos, demonstram responsabilidade ambiental e contribuem para práticas empresariais sustentáveis. Entre ponto a extração de prata de dispositivos eletrônicos é essencial para um futuro mais sustentável.

3.8 Impactos socioeconômicos

Promovendo a reciclagem de DVDs para fins de extração dos minérios presentes em sua formação, levaria a diminuição dos impactos ambientais promovidos pela mineração como já citado, sendo assim, beneficiando o meio ambiente, mas contraponto diminuindo a verba monetária lucrada a partir da mineração de recursos valiosos como a prata.

A reciclagem do lixo eletrônico produzido no Brasil pode gerar 40 mil empregos diretos e, no mínimo, R\$ 800 milhões ao ano, segundo informações obtidas a partir de dados do Movimento Circular e da empresa GM&C, que atua no setor. O Brasil é o quinto país maior produtor de lixo eletrônico no mundo e produz 2 milhões de toneladas desse material por ano, conforme o mais recente relatório, divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2019. De acordo com o levantamento, apenas 3% desse resíduo é reciclado (INVESTE SP, 2023).

A partir de dados pode-se comprovar que a reciclagem de lixos eletrônicos em virtude há retirada de seus recursos valiosos serviria como uma ponte para pequenos negócios do ramo de reciclagem de lixos eletrônicos, gerando assim um significativo aumento no estímulo da economia local, uma vez que empresas deste ramo no Brasil operam localmente levando a procurar de pequenas empresas deste ramo as beneficiando e injetando dinheiro na economia local.

4. METODOLOGIA

O procedimento experimental foi dividido em materiais e métodos.

4.1 Materiais

- 2 Béquer de 250 ml
- 1 Pipeta de 10 ml
- 120 DVDs
- Estilete
- 1 Cadinho de porcelana
- Bomba de filtração a vácuo
- Manta aquecedora
- Estufa
- 1 Placa de Petri
- Hipoclorito de Sódio comercial
- Soda Caustica granulada
- Tetraborato de Sódio
- Ácido clorídrico
- Açúcar

4.2 Métodos

Inicialmente foram separados 120 DVDs, com o auxílio de um estilete, os DVDs foram abertos, expondo a camada metálica, como ilustrado na Figura 4. Posteriormente, para facilitar o manuseio, cada DVD foi dividido em quatro partes. Em seguida, o material foi imerso em uma solução de hipoclorito de sódio a 12%. Neste estágio, o óxido de prata (Ag_2O) e o Cloreto de Prata (AgCl) se apresentaram como partículas suspensas na solução, como ilustrado na Figura 5.

Figura 4: Parte metálica de um DVD.



Fonte: Autores, 2023

Figura 5: partículas de Ag_2O e AgCl



Fonte: Autores, 2023

Após a observação das partículas suspensas na solução, permitiu-se o repouso por dois dias para viabilizar o processo de precipitação dos compostos contidos nos béqueres. Em seguida, utilizou-se uma bomba de filtração a vácuo para realizar a filtração e lavagem dos compostos com água destilada eliminando o excesso de hipoclorito de sódio. Os compostos filtrados foram depositados em um papel filtro dentro de uma placa de Petri e secos em estufa a 150°C durante 24 horas. Após a secagem, para observar a mudança de coloração, indicativa da formação do pó de prata foi preparada uma solução, na qual para cada 100 ml de solução com íons de prata, foram adicionados aproximadamente 10 gramas de soda cáustica (NaOH), 5 gramas de açúcar e 50 ml de água em seguida, aqueceu-se na manta aquecedora. Após o aquecimento, a solução foi submetida novamente a um processo de filtração e secagem. Posteriormente, a prata presente no papel filtro foi retirada e transferida para um cadinho de porcelana junto ao tetraborato de sódio. Esse composto tem a função de criar um líquido viscoso, impedindo a difusão da prata nos poros do cadinho, além disso, atua como agente limpador, dissolvendo impurezas de óxidos metálicos durante a calcinação, como ilustrado na Figura 6.

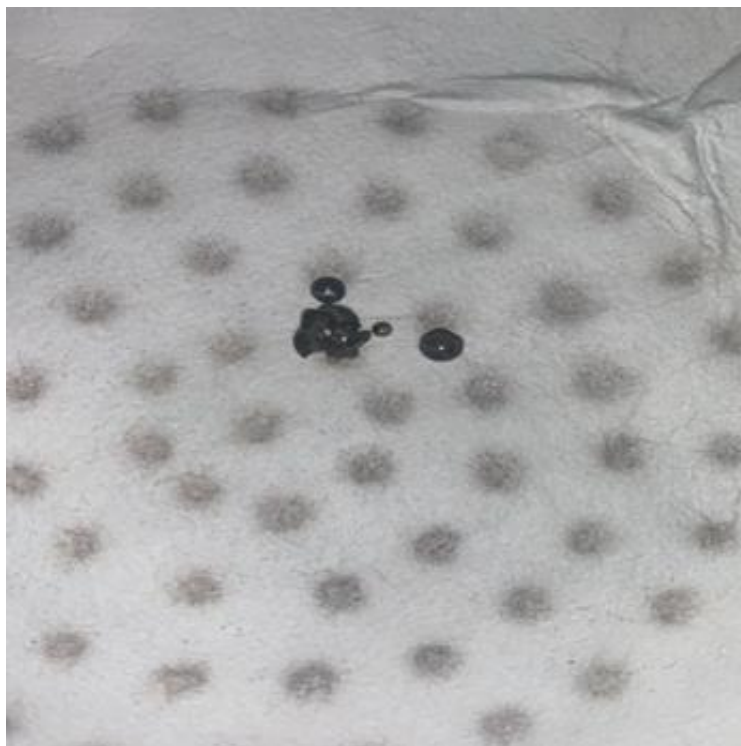
Figura 6: Calcinação da prata



Fonte: Autores,2023

Após o estágio de calcinação, observou-se que o tetraborato de sódio se fundiu com o pó de prata, resultando na formação de esferas sólidas de prata, conforme representado na Figura 7.

Figura 7: A prata sólida.



Fonte: Autores ,2023

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inutilização dos DVDs a partir do surgimento dos streamings e seu mau descarte no meio ambiente geram impactos ambientais tais como sua decomposição tardia no solo, o que leva ao processo de extração de prata a partir de um DVD em busca de uma forma de reutilização destes discos de vídeo em prol do meio ambiente. Os resultados do processo de extração da prata presente na composição de um DVD foram alcançados, levando em consideração que o processo foi feito em escala laboratorial onde a margem de erro é maior pode se dizer que ocorreu conforme o imaginado assim conseguindo obter a prata na sua forma sólida, a prata é um dos mais conhecidos metais preciosos, principalmente por conta da dificuldade de encontrar esse tipo de minério. Visando que o desempenho do projeto feito em escala laboratorial trouxeram resultados significativos instala-se a ideia de que o mesmo processo feito em proporções maiores, com mais recursos leva a obtenção de mais prata a partir de um DVD, a ideia do projeto manuseada por empresas do ramo capacitadas para essas atividades ajudariam ao meio ambiente tirando esses lixos eletrônicos do contato com a natureza, e não só a resolvendo um problema ecológico mas de certo modo ajudando na economia do país, uma vez que para obtenção de minérios tais como a prata, o interessado na obtenção desses minérios deve atribuir um pagamento de taxa ao governo para fazer o processo de mineração em busca dos mesmos.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria uma aplicação da prata recuperada por este método.

6. CONCLUSÃO

O aumento na produção de lixo eletrônico globalmente representa um desafio complexo, especialmente devido ao impacto significativo que esse tipo de resíduo causa nos diferentes ecossistemas do planeta. De maneira geral, apenas poucas pessoas têm consciência da disposição adequada dos resíduos eletrônicos, e o assunto não recebe a devida atenção em muitas grandes empresas e instituições de ensino, embora seja crucial abordar essa questão para a educação ambiental e a solução do problema. Neste estudo, foram discutidos os problemas ambientais associados ao descarte inadequado dos discos compactos, bem como foi proposto um método para extrair os metais presentes nesses discos.

Com este trabalho foi possível atingir o objetivo proposto na extração da Prata de alguns DVD's e visualizar o estudo de um método químico de recuperação de Prata com pouco impactos ambientais e geração de resíduos além de ser eficiente na recuperação de metais presentes nas camadas refletoras. No entanto, a pesquisa em si abre oportunidades significativas para explorar novas abordagens na reciclagem e reutilização de materiais. Em um cenário onde já se observam os impactos dos desafios ambientais, é crucial incentivar estudos e iniciativas que tenham como objetivo reduzir esses problemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIRIACO, D. **Como são feitos os discos de CDs, DVDs e Blu-rays? - Techmundo**, 2011. Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/dvd/8778-como-sao-feitos-os-discos-de-cds-dvds-e-blu-rays-.htm> />. Acesso em: 3 de ago. de 2023.

COMO é feita a reciclagem de lixos eletrônicos? **Green Eletron**, 2020. Disponível em : <<https://greeneletron.org.br/blog/como-e-feita-a-reciclagem-de-aparelhos-eletroeletronicos/>>. Acesso em: 13 de set. de 2023.

CIANIDAÇÃO de ouro. **ALS global**, 2022. Disponível em:<<https://www.alsglobal.com/pt/geochemistry/precious-metals-analysis/gold-cyanidation> /> Acesso em: 13 de set. de 2023.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - Resolução nº 001, de 2022. Diário Oficial da União, 10 jan. 2022, Seção 1, p. 1.

COMISSÃO EUROPEIA. Estratégia Europeia para o Desenvolvimento Sustentável. Bruxelas, 2019. Disponível em: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals_pt, Acesso em 04 nov. 2023

CURIOSIDADES e história da prata. **Insightedex**, 2019. Disponível em: < <https://insightedex.com.br/blog/Curiosidades-e-historia-da-Prata> > Acesso em: 27 de set. de 2023.

DIAS, D.L. – Prata; **Brasil Escola**, 2015. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/prata.htm>> Acesso em: 5 ago 2023

FRANCISCO, L.N.; **Estudo do potencial de reaproveitamento de metais de valor econômico a partir de resíduos eletrônicos.** Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Químico, no Curso de Engenharia Química da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Julho 2017. Disponível em: <http://200.18.15.28/bitstream/1/6769/1/Lucas%20Nunes%20Francisco.pdf>. Acesso em 28 set. 2023.

FERREIRA, T, G, C - Impactos dos Resíduos Eletrônicos no Meio Ambiente; **Matanativa**, 2022. Disponível em: <<https://matanativa.com.br/impactos-dos-residuos-eletronicos-no-meio-ambiente/>> Acesso em: 3 de ago. de 2023.

GIOVANELLA, J.I *et al.*; **Reciclagem de materiais:** estudo das propriedades mecânicas de policarbonato reciclado de discos compactos. **Revista Matéria**, v. 13, n. 4, pp. 643 – 649, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/tL3Lyz7Pv7MtTFbktDzC7QC/?format=pdf&lang=pt>;

IMPÔRTANCIA da extração da prata em dvds para a sustentabilidade. **Gamma**. 2023. Disponível em: < <https://gamma.app/docs/Importancia-da-extracao-da-prata-em-DVDs-para-a-sustentabilidade-gtqwhka242l37b1>> Acesso em 10 set. 2023.

MINERIO DE PRATA: ENTENDA TUDO SOBRE. **Geoscan**, 17/02/2021. Disponível em: < <https://www.geoscan.com.br/blog/minerio-de-prata/>> Acesso em: 04 nov. 2023.

PRATA na infopédia. **Porto Editora**, 2010. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$prata](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$prata) />. Acesso em: 3 de ago. de 2023.

PIMENTEL, T. Saiba O Que é e Como Pode Ser Usado O Cfem, Taxa Da Mineração Que Bancou Festa De Sertanejos Em Minas Gerais. **G1.globo**, 2022. Disponível em < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/06/02/saiba-o-que-e-e-como-pode-ser-usado-o-cfem-taxa-da-mineracao-que-bancou-festa-de-sertanejos-em-mg.ghtml> > Acesso em: 26 de set. de 2023.

PERIODIC table 47 silver. **Pond5**, 2019. Disponível em: <

<https://www.pond5.com/pt/stock-footage/item/95569941-periodic-table-47-silver> >

Acesso em: 27 de set. de 2023.

PEREIRA, M.S. **Relatório do projeto de extensão em Manutenção e Suporte em Informática**. Trabalho de Conclusão de Curso - Técnico Integrado em Manutenção e Suporte em Informática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2016.

Reciclar Lixo Eletrônico Pode Gerar No Mínimo R\$ 800 Milhões Ao Ano E Gerar 40 Mil Empregos Diretos No Brasil. **Invest Sp** , 2023. Disponível em: < <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/reciclar-lixo-eletronico-pode-gerar-no-minimo-r-800-milhoes-ao-ano-e-gerar-40-mil-empregos-diretos-no-brasil/> > Acesso em: 26 de set. de 2023

SOUZA, G, D; RODRIGUES, M, A; SILVA, P, P; GUERRA, W. - Prata: Breve histórico, propriedades e aplicações, Artigo de pesquisa (Educação Química) - **Universidad Nacional Autónoma de México** pág. 14, 13 de jan. de 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X13731896>>Acesso em: 3 de ago. de 2023.

SOUZA, R. Impactos ambientais causados na Mineração. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>. Acesso em 26 set. de 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Parlamento Europeu e Conselho**. Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003 sobre resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Jornal Oficial da União Europeia, Série L, n.º 37, de 13 de fevereiro de 2003, p. 24-38.

VIDAL, V.; História das mídias: Por quanto tempo seus arquivos estarão a salvo?. **Site de tecnologia showmetech**, 2017. Disponível em: < <https://www.showmetech.com.br/historia-das-midias-por-quanto-tempo-seus-arquivos-estarao-a-salvo/> . Acesso em: 3 de ago. 2023