



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - DIREAD
CAMPUS MACEIÓ - POLO POÇO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

GILVONETE ALVES DA COSTA SOBRINHA LAGES

TRABALHO FINAL DE CURSO
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

O PERIGO QUÍMICO DO DESCARTE INCORRETO DE APARELHOS
ELETRÔNICOS

MACEIÓ, AL
2023

GILVONETE ALVES DA COSTA SOBRINHA LAGES

O PERIGO QUÍMICO DO DESCARTE INCORRETO DE APARELHOS ELETRÔNICOS

Trabalho final de curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, Polo Maceió - Poço, como requisito parcial para obtenção da formação de especialista em Docência em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Me. José Aparecido da Silva Gama

MACEIÓ, AL
2023



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió
Biblioteca Benevides Monte

373.11
L174p

Lages, Gilvonete Alves da Costa Sobrinha.
O perigo químico do descarte incorreto de aparelhos eletrônicos /
Gilvonete Alves da Costa Sobrinha Lages. – Maceió, 2023.
28 f. : il.

Orientação: Prof. Me. José Aparecido da Silva Gama.
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência para a
Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Alagoas, EAD/
UAB, Polo Maceió. Maceió, 2023.

Arquivo no formato digital em PDF.

1. Educação Profissional e Tecnológica – Docência. 2. Intervenção pedagógica – Aparelhos eletrônicos – Descarte. 3. Ação docente. I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831

GILVONETE ALVES DA COSTA SOBRINHA LAGES

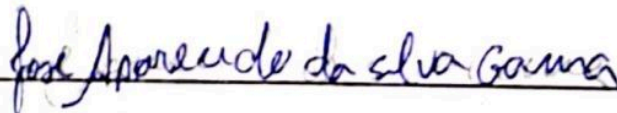
**O PERIGO QUÍMICO DO DESCARTE INCORRETO DE APARELHOS
ELETRÔNICOS**

Trabalho final de curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, Polo Maceió - Poço, como requisito parcial para obtenção da formação de especialista em Docência em Educação Profissional e Tecnológica.

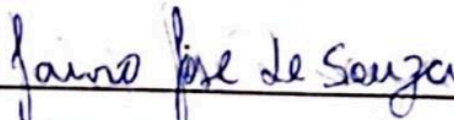
Orientador: Prof^o Me. José Aparecido da Silva Gama

Aprovado em: 29 / 11 / 23.

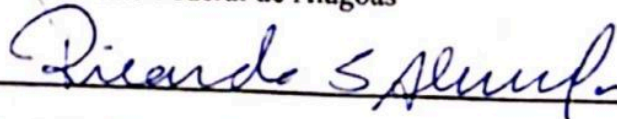
BANCA EXAMINADORA



Prof^o Me. José Aparecido da Silva Gama
Instituto Federal de Alagoas



Prof. Me Jairo José de Souza
Instituto Federal de Alagoas



Prof^o. Dr. Ricardo Santos de Almeida
Instituto Federal de Alagoas

MACEIÓ, AL
2023

AGRADECIMENTOS

Aos gestores do Instituto Federal de Alagoas pela oferta deste curso de Pós-graduação.

Ao meu orientador Prof. Me. José Aparecido da Silva Gama pela orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Aos professores do Curso por transmitirem seus saberes com muito profissionalismo e pelo auxílio dado durante as disciplinas.

À minha mãe e aos meus amigos pela torcida por essa conquista e pela compreensão nos momentos em que não pude lhes dispensar atenção para me dedicar ao curso.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo”.

(Paulo Freire)

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos eletrônicos é um enorme perigo para a saúde de humanos e de animais, além de ser prejudicial ao meio ambiente. Pois, quando descartados de forma incorreta, os elementos químicos nocivos e metais pesados presentes nesses equipamentos podem contaminar o solo, a água e os alimentos. Devido a importância desse tema, propõe-se uma intervenção pedagógica com o objetivo de sensibilizar os alunos de uma turma do 3º ano do Curso Técnico Eletrônica do IFAL/Campus Maceió para a importância de descartar corretamente os aparelhos eletrônicos devido aos perigos químicos do descarte incorreto desses tipos de equipamentos. Optou-se por uma intervenção pedagógica visto que é uma intervenção aplicada que proporciona aos alunos refletirem sobre suas ideias em um ambiente social e interativo em conjunto com o professor e com seus colegas de sala. A presente proposta de intervenção adotará a abordagem participativa, tendo como estratégias de ensino uma aula, palestras expositivas e jogos didáticos. Essa proposta favorece que os discentes tornem-se mais ambientalmente conscientes. Assim, após a intervenção espera-se que os alunos estejam sensibilizados quanto ao descarte correto de resíduos eletrônicos e quanto aos perigos químicos desses equipamentos para a saúde humana e para o meio ambiente quando estes são descartados de forma incorreta. Espera-se também que os alunos utilizem as informações adquiridas em seu dia a dia e que a proposta de intervenção estimule-os a repassar as informações que aprenderam a outras pessoas para que a proposta de intervenção também tenha um impacto na sociedade em geral.

Palavras-chave: Ação docente; Educação profissional e tecnológica; Intervenção pedagógica; Metais pesados; Resíduos eletrônicos.

ABSTRACT

The improper disposal of electronic waste is a huge threat to the health of humans and animals and it is also harmful to the environment. When incorrectly disposed, the hazardous chemical elements and heavy metals present in these equipments can contaminate soil, water and food. Due to the importance of this topic, a pedagogical intervention is being proposed with the aim of raising awareness among students of a 3rd year class of the Technical Degree in Electronics at IFAL/Campus Maceió about the importance of correctly disposing electronic devices due to the chemical dangers of an incorrect disposal of this type of equipments. A pedagogical intervention was chosen since it is an applied intervention that allows students to reflect on their ideas in a social and interactive environment along with their teacher and classmates. This intervention proposal will adopt a participatory approach, using a lesson, expository lectures and didactic games as the teaching strategies. This proposal encourages students to become more environmentally aware. Thus, after the intervention it is expected that the students will be aware of the correct disposing of electronic waste and of the chemical dangers of these equipments to human health and to the environment when incorrectly disposed. It is also hoped that the students will use the acquired information in their daily lives and that the proposed intervention will encourage them to pass on the information learned to other people, so that the proposed intervention will also have an impact on the society in general.

Keywords: Electronic waste; Heavy Metals; Pedagogical intervention; Professional and technological education; Teaching action.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1	INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.....	12
3.2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE APARELHOS ELETRÔNICOS E SEUS PERIGOS.....	13
3.3	RECICLAGEM DE MATERIAIS ELETRÔNICOS.....	17
4	DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	20
4.1	PREPARAÇÃO DO AMBIENTE.....	20
4.2	ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	21
4.3	DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....	21
4.4	RECURSOS NECESSÁRIOS.....	22
4.4.1	Recursos tecnológicos e audiovisuais	22
4.4.2	Material de apoio	22
4.5	FORMA DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE INTERVENÇÃO.....	22
5	RESULTADOS ESPERADOS	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A acelerada obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos tem-se destacado como um problema cada vez mais significativo mundialmente, tanto em países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento. Devido a alta demanda por eletroeletrônicos, esses são atualmente os resíduos sólidos mais descartados no mundo. Conseqüentemente, nem todos os países têm espaço físico apropriado para armazenar todo o material descartado e nem condições adequadas para reciclá-los (Gerbase; Oliveira, 2012).

As indústrias eletroeletrônicas usam das obsolescências programada, psicológica, artificial e tecnológica para obter cada vez mais lucro. A obsolescência programada ocorre quando bens de consumo são produzidos de forma que tenham uma vida útil economicamente curta. Já na obsolescência psicológica uma nova versão do mesmo produto é lançada e o consumidor é atraído para realizar uma troca pelo novo produto. Na obsolescência artificial um produto não pode mais ser consertado por falta de peças no mercado. Enquanto que na obsolescência tecnológica há incapacidade de instalar ou atualizar softwares ou sistemas operacionais em aparelhos específicos e com isso os produtos ficam desatualizados e menos funcionais ao longo do tempo (Martins et al, 2021).

Segundo o coordenador de comunicação do Instituto Akatu, o Brasil recicla menos de 5% dos resíduos sólidos coletados. Quanto à destinação desses resíduos, 25,7% dos resíduos do Sudeste têm destinação inadequada, 28,4% no Sul, e em outras regiões mais de 56% dos resíduos têm como destinos lixões e aterros controlados (Watanabe, 2023).

O descarte inadequado de eletroeletrônicos torna-se um enorme perigo por conta dos graves danos que causam ao meio ambiente e à saúde das pessoas devido aos componentes químicos perigosos e metais pesados que os constituem. A lixiviação desses compostos para águas subterrâneas e para o lençol freático é uma consequência do descarte incorreto em lixões ou em aterros não controlados. Como consequência, o solo, a água e os alimentos podem tornar-se contaminados. A incineração destes materiais a céu aberto também é um método incorreto que ainda é usado em alguns lugares e resulta na emissão de gases tóxicos e outros tipos de poluentes no ar (Gerbase; Oliveira, 2013; UNIVASF, 2018).

O relatório mais recente com dados mundiais de descarte de aparelhos eletrônicos é o relatório “Monitor Global de Lixo Eletrônico 2020 da ONU”. De acordo com este relatório, o mundo gera mais de 50 milhões de toneladas desse tipo de lixo por ano. “Isso é equivalente ao peso de 265 baleias-azuis em celulares, notebooks, eletrodomésticos e outras peças eletrônicas”. Infelizmente estas peças são descartadas, na maioria das vezes, de forma

incorreta (Brasil, 2023).

Atualmente no mundo há uma alta geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e em contrapartida há baixas taxas de reciclagem. Essa situação demanda maior necessidade de extrair matérias-primas primárias, que tem como resultado uma maior emissão de gases de efeito estufa. Uma solução para mitigar esses problemas é a mineração urbana, que é a obtenção de matérias-primas tendo como fonte os resíduos eletrônicos e os resíduos da construção civil (Brasil, 2023).

Optou-se pelo tema dessa proposta de intervenção pedagógica devido à sua importância. Essa proposta será implementada futuramente e terá como público-alvo uma turma do 3º ano do curso técnico integrado de Eletrônica do IFAL/Campus Maceió, pois esses alunos lidam com materiais eletrônicos em seu dia a dia durante a realização do curso. Espera-se sensibilizá-los para o descarte correto de materiais eletrônicos e que repassem as informações para os seus conhecidos e clientes para que assim essa proposta de intervenção também tenha um impacto na sociedade em geral.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Essa proposta tem como objetivo geral propor uma proposta de intervenção que visa sensibilizar os alunos do curso técnico integrado de Eletrônica para a importância de descartar corretamente os aparelhos eletrônicos e alertá-los que caso sejam descartados incorretamente serão nocivos à saúde de humanos e animais e prejudiciais ao meio ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta proposta de intervenção serão realizar intervenção pedagógica abordando sobre resíduos eletrônicos e seus malefícios. Além de ministrar uma aula e uma palestra apresentando os impactos gerados pelo descarte incorreto de resíduos eletrônicos; alertar os alunos sobre os perigos químicos dos equipamentos eletrônicos para a saúde quando são descartados de forma incorreta. E também promover o contato dos alunos com duas empresas de reciclagem de eletrônicos e representantes de duas cooperativas de recicladores de resíduos eletrônicos em Alagoas. Estes irão ministrar uma palestra sobre seus trabalhos de logística reversa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Para Santos (2020), a intervenção educativa é um processo sistemático que visa melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem fornecendo estratégias e soluções para problemas educacionais específicos. As pesquisas do tipo intervenção pedagógica são aplicadas e tem como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos. Já as pesquisas básicas tem o objetivo de ampliar conhecimentos sem necessariamente ter preocupação com seus possíveis benefícios práticos (Gil, 2010).

Na perspectiva construtivista de Jófili (2002), que se embasa em Vygotsky, ao discutir situações de ensino, o professor deve assegurar um ambiente no qual os estudantes reconheçam e reflitam sobre suas ideias. Além disso, devem aceitar que outras pessoas expressem pontos de vista diferentes para que possam comparar essas outras ideias com as teorias apresentadas pelo professor (Jófili, 2002 apud Facco et al 2021).

O processo de ensino e aprendizagem, nessa perspectiva, requer maior envolvimento e interação dos professores com os estudantes na forma de mediação e entendimento de situações, conteúdos e práticas sociais (Facco et al, 2021). Pois, o conjunto de saberes é encontrado em momentos de interação e, além disso, não existe um conhecimento superior (Freire, 1983 apud Facco et al, 2021).

Para autores como David Ausubel, a aprendizagem mecânica deve estar associada a uma aprendizagem significativa, isto é, quando um saber novo interage com saberes prévios do aprendiz e passa por processos de integração na sua mente - neste momento, podemos dizer que a informação se torna conhecimento. Em abordagens humanistas como a de Carl Rogers, a aprendizagem significativa ocorre quando é “percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos”. A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsabilmente do processo de aprendizagem (Moreira, 2016).

Para Vigotski, se o meio ambiente não desafiar, exigir e estimular o intelecto do sujeito, esse processo poderá se atrasar ou mesmo não se completar. Então os educadores devem ter consciência da relevância de sua prática na formação de conceitos científicos (que requerem um pensamento abstrato), levando em consideração os conhecimentos que o aluno já possui (conceitos espontâneos) (Schreiber, 2022).

Ainda segundo Vygotsky, a interação (principalmente a realizada entre indivíduos face a face) tem uma função central no processo de internalização. A construção do

conhecimento ocorre primeiro no plano externo e social para depois ocorrer no plano interno e individual. Nesse processo, a sociedade e, principalmente, seus integrantes mais experientes (adultos, em geral, e professores, em particular) são parte fundamental para a estruturação de que e como aprender (Monroe, 2018).

Segundo Freire, para evitar que a Extensão corresponda a estender algo que nasce da “sede do saber”, para entregá-lo à “sede da ignorância”, no intuito de “salvar”, com este saber os que lá habitam, ele propõe a substituição pelo termo comunicação, no diálogo entre os diferentes integrantes, sejam da universidade ou da comunidade, por compreender que ambos passarão a saber mais. A comunicação, nesses termos, é concebida como ação humana que se dá com a “coparticipação dos sujeitos no ato de pensar” (Freire, 1983 apud Facco et al 2021).

Nesse sentido, as intervenções pedagógicas são um excelente método educacional pois envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) e tem o objetivo de produzir avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam. Além disso, posteriormente, pode-se avaliar os efeitos dessas interferências (Damiani et al, 2013).

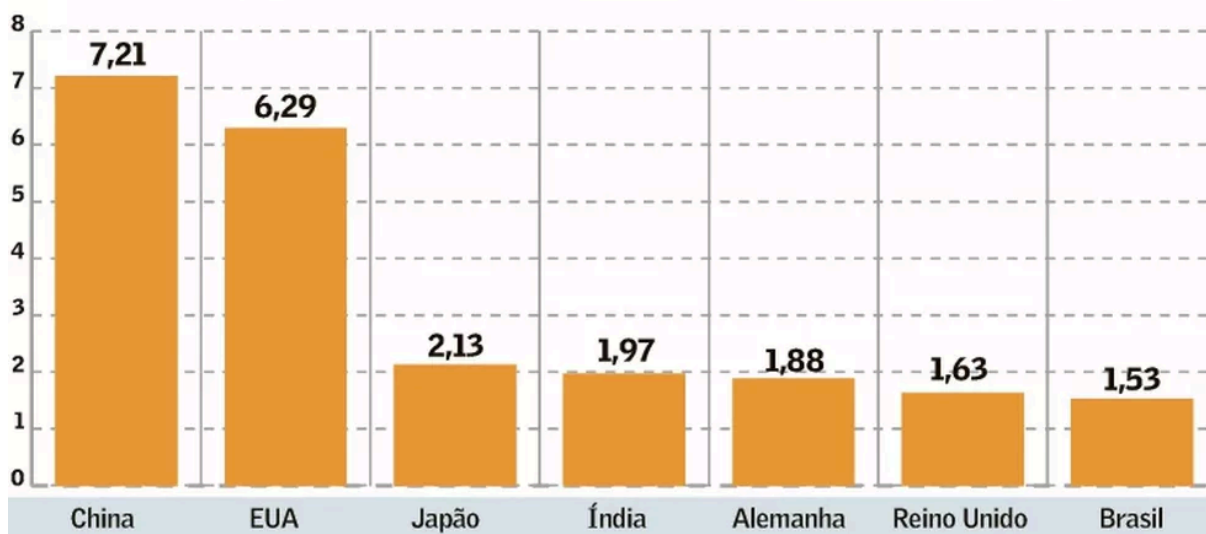
A partir do exposto, verifica-se que a intervenção pedagógica será uma importante metodologia para desenvolver as necessidades da turma do Curso Técnico de Eletrônica. Tendo em vista a importância de que os alunos obtenham conhecimento acerca do tema “O perigo químico do descarte incorreto de aparelhos eletrônicos”, que possui aplicabilidade em suas futuras ações profissionais.

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE APARELHOS ELETRÔNICOS E SEUS PERIGOS

O aumento da atividade agrícola, industrial e mineradora intensificou o uso de substâncias químicas com grande potencial tóxico, como por exemplo os metais pesados, que são capazes de prejudicar principalmente os ecossistemas aquáticos. Algumas dessas substâncias químicas possuem características químicas que as tornam difíceis de deteriorar, e consequentemente tornam-se poluentes persistentes no ambiente (Amorim, 2022).

Segundo o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), cerca de 70% dos metais pesados encontrados em lixões vem de equipamentos eletrônicos descartados de forma incorreta (Azevedo, [s.d.]). No relatório global e-waste monitor de 2017 o Brasil apareceu como um dos maiores geradores de lixo eletrônico do mundo. A Figura 1 mostra o gráfico dos maiores geradores de e-lixo - volume em milhões de toneladas/ano deste relatório.

Figura 1 - Maiores geradores de e-lixo



Fonte: ONU - Relatório Global e-Waste Monitor 2017, com base em dados de 2016

Fonte: Daniele Madureira, 2019.

Os resíduos químicos industriais podem acumular em um nível da cadeia alimentar devido à incapacidade de eliminação da substância química pelo organismo - esse processo é denominado bioacumulação. Mas também pode ocorrer a transferência de resíduos químicos de um nível trófico para outro e acúmulo progressivo, aumentando a cada nível sua concentração - esse processo é denominado biomagnificação (Amorim, 2022).

O contato com a substância química pode ocorrer através de assimilação direta, que é quando um organismo absorve, inala ou ingere a substância através da água, do ar ou de sedimentos. Outra forma de contato é por assimilação indireta na qual o animal ingere o alimento já contaminado (Amorim, 2022). Vale ressaltar que há uma concentração a partir da qual alguns efeitos crônicos ou mesmo letais são manifestados para cada substância química e para cada espécie (CESAM, 2021).

O tipo da fonte de exposição, a duração da exposição e os prováveis efeitos inibitórios, sinérgicos ou aditivos de múltiplas exposições são todos fatores que podem influenciar no resultado da saúde da pessoa exposta. Habitantes e trabalhadores que vivem perto de locais de reciclagem de lixo eletrônico podem ser expostos por inalação, ingestão e absorção dérmica quando entram em contato físico com solo, poeira, ar, água ou fontes de alimentos contaminados (Parvez et al, 2021). A Figura 2 mostra como ocorrem os processos de biomagnificação e bioacumulação.

Figura 2 - Processo de biomagnificação e bioacumulação



Fonte: Árvore Água, 2022.

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) são compostos basicamente por materiais poliméricos e metálicos. Apresentam em sua constituição metais pesados e outros componentes, como os retardadores de chama bromados. A queima de PVC, por exemplo, libera toxinas como dioxinas e furanos, que podem afetar o homem alterando suas funções hormonais ou, ainda, contaminando o leite materno (Gerbase; Oliveira, 2012).

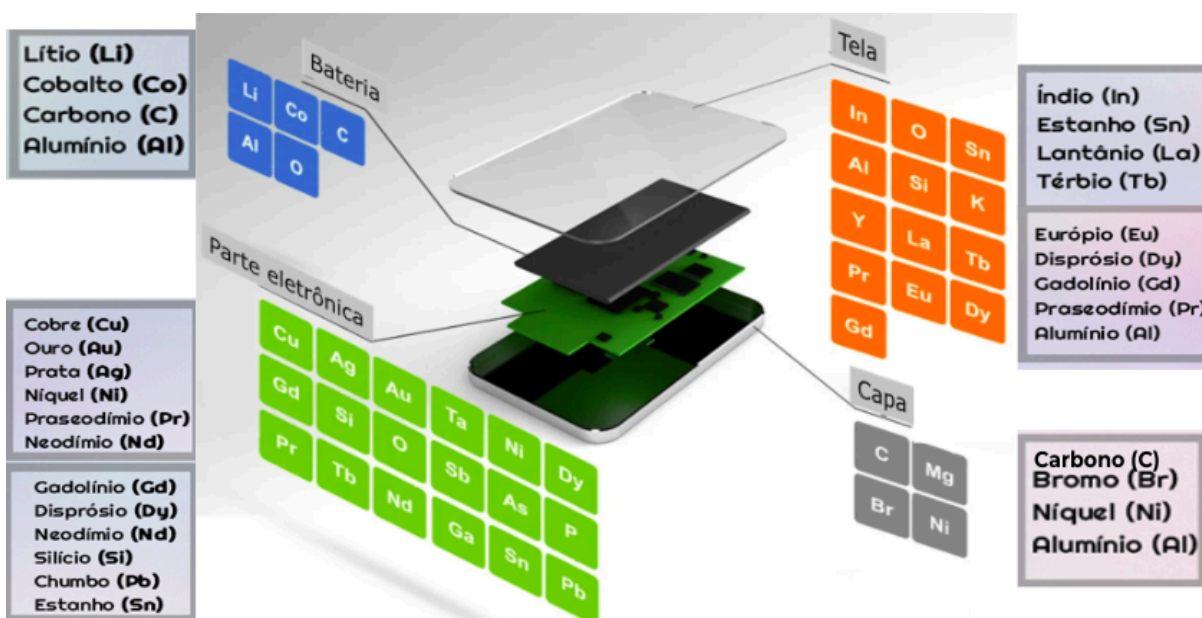
Substâncias como chumbo, bromo, cloro, mercúrio e cádmio fazem parte da composição de celulares. A placa de circuito impresso (PCI) possui soldagem feita de chumbo, um elemento nocivo à saúde e prejudicial ao meio ambiente. Por esse motivo, as fábricas de celulares estão adotando uma nova liga na fabricação dessas placas, a lead-free, que é composta por estanho, prata e cobre (Ecycle, 2013).

No Quadro 1 são mostrados os principais metais pesados presentes em equipamentos eletrônicos e na Figura 3 pode-se ver os elementos químicos presentes nas diversas partes de celulares.

Quadro 1 - Principais metais pesados presentes em equipamentos eletrônicos

Componentes perigosos	Componentes eletrônicos
Chumbo	monitores de computador e TVs
Mercúrio	Placas de circuitos de impressoras, transmissores e interruptores, baterias de produtos eletrônicos
Arsênio	Interruptores, transmissores e placas de circuito
Cádmio	Baterias de equipamentos eletrônicos e cabos, placas de circuito
Berílio	Computador e celular
Retardantes de chamas (BRT)	Diversos componentes eletrônicos, para prevenir incêndios
PVC	Em fios, para isolar corrente elétrica

Fonte: Barraca et al (2020)

Figura 3 - Elementos químicos presentes em celulares

Fonte: Damien Hypolite (com modificações)

A maioria das intoxicações por Chumbo é lenta e gradual e ocorre devido à sua exposição e acumulação, que danificam os sistemas nervoso e sanguíneo e pode contaminar os ossos, rins e pulmões. O mercúrio pode causar danos ao cérebro e ao fígado, problemas digestivos e nervosos. O Arsênio causa doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode

causar câncer no pulmão, pele e bexiga. O Cádmiio pode contaminar os ossos, rins e pulmões. Berílio causa câncer de pulmão (Intertox, 2015; Ecycle, 2013).

3.3 RECICLAGEM DE MATERIAIS ELETRÔNICOS

Segundo o estudo Global e-Waste Monitor de 2017, realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil foi o líder na produção de resíduos eletrônicos na América Latina, gerando 1,5 milhão de toneladas (Brasil, 2023; Pires, 2022). Segundo o coordenador de comunicação do Instituto Akatu, o Brasil recicla menos de 5% dos resíduos sólidos coletados (Watanabe, 2023).

O relatório da ONU “Monitor Global de Lixo Eletrônico de 2020” mostrou que em 2019 a Ásia foi o continente que gerou o maior volume desse tipo de resíduo, seguido pelos continentes Americano e Europeu. Esse mesmo relatório apontou um recorde de 53,6 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos gerados em todo o mundo em 2019. De acordo com a Global E-waste Statistics Partnership (GESp), apenas 17,4% desse lixo eletrônico chegou a instalações formais de gerenciamento ou reciclagem (Brasil, 2023).

Esse relatório aponta ainda que na América Latina somente 2,7% do total de resíduos eletrônicos foram coletados e gerenciados de maneira ambientalmente correta. O restante foi despejado ilegalmente, principalmente em países de baixa ou média renda, onde o lixo é reciclado por trabalhadores informais (Brasil, 2023; Brasil, 2021).

O relatório da ONU “Monitor regional de lixo eletrônico para América Latina de 2021” mostrou que a geração de lixo eletrônico aumentou 49% em nove anos. De acordo com o relatório da Organização Mundial de Saúde de 2021, cerca de 12,9 milhões de mulheres trabalhavam no setor informal de resíduos, o que as colocava em risco ao serem expostas ao lixo eletrônico tóxico, assim como seus filhos que as ajudavam nesse tipo de trabalho. Além disso, mais de 18 milhões de crianças e adolescentes, alguns com apenas cinco anos de idade, estavam ativamente engajados no setor industrial informal, do qual o processamento de resíduos é um subsetor (Brasil, 2023; Brasil, 2021).

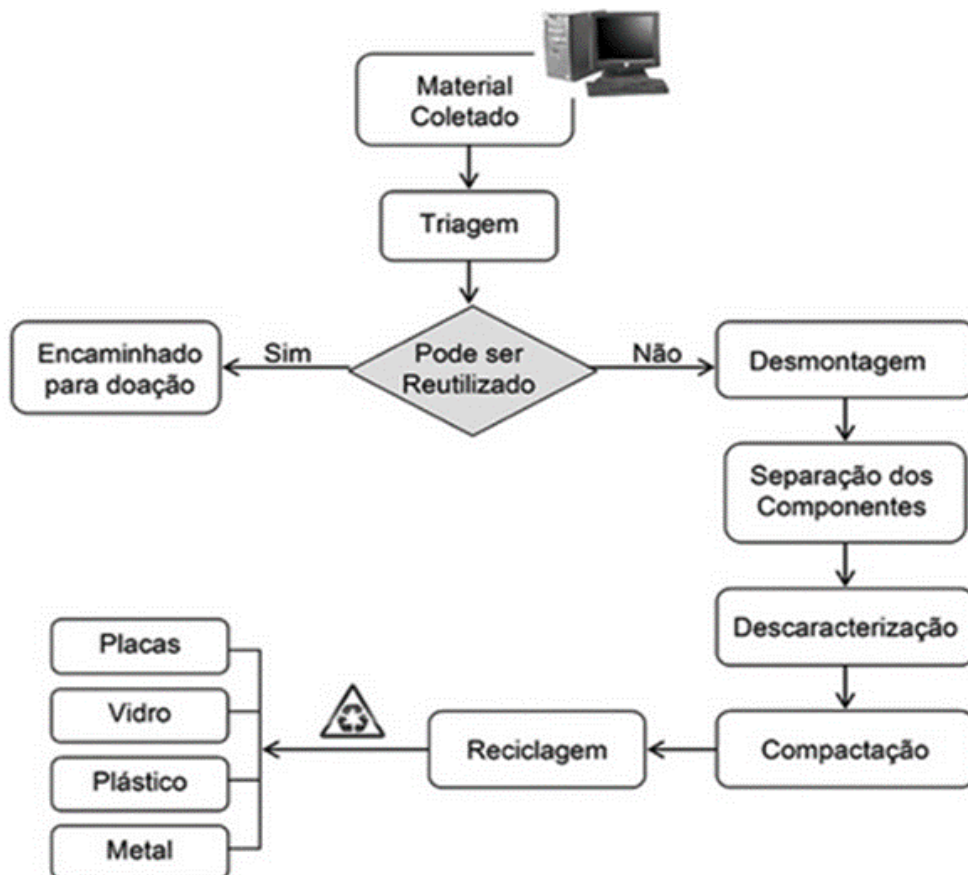
Os resíduos de aparelhos eletrônicos, por serem feitos com alta tecnologia, podem conter substâncias tóxicas e metais pesados, dentre as quais estão o chumbo, mercúrio, cromo, zinco e o cádmio. Entretanto, além dessas substâncias podem ter em sua constituição materiais de alto valor, como ouro, cobre, prata, platina e outros metais preciosos, que podem ser recuperados por meio do processo de reciclagem (Brasil, 2023).

A obtenção de matérias-primas tendo como fonte os resíduos eletrônicos e os

resíduos da construção civil é denominada “mineração urbana”. A recuperação desses materiais valiosos através da reciclagem incentiva que empresas realizem esse tipo de mineração, pois causa menos danos ao meio ambiente do que a mineração tradicional (Fonseca, 2020).

Para realizar o processo de reciclagem, os celulares passam por uma série de processos após serem descartados em postos de coleta. Inicialmente um computador faz a triagem e separa os equipamentos em condições de uso, que podem ser doados, dos que não podem ser reutilizados. Em seguida os celulares são desmontados, e a carcaça, a bateria e a PCI (placa de circuito impresso) são separados. Os componentes tóxicos são colocados em tanques, já os não tóxicos são triturados e vendidos para outros países que possuem a tecnologia de extração dos metais (UNIVASF, 2018). Esse processo também é realizado para os computadores. Na Figura 4 encontra-se um fluxograma do processo inicial de reciclagem de computadores.

Figura 4 - Fluxograma do processo inicial de reciclagem de computadores



Fonte: Gerbase e Oliveira, 2012.

Os computadores são compostos em 68 % de Ferro, enquanto que 31% da composição de um notebook é de plástico. As placas de circuito impresso dos computadores contém compostos altamente tóxicos em sua composição: mercúrio, chumbo, cádmio e arsênico. É necessário desmontar 400 computadores para chegar ao mínimo de 300 kg de plástico, pois as fábricas só aceitam comprar grandes quantidade de plástico (Barraca et al, 2020).

As impressoras além de ter uma quantidade pequena de metais, tem plásticos em sua composição que podem ser reaproveitados, dando origem a brinquedos, sandálias ou baldes. No processo de reciclagem, o cartucho de tinta é retirado, os componentes da impressora são separados e em seguida triturados (Barraca et al, 2020).

O monitor é composto em sua maior parte de plástico, metal e silicone e é revestido de chumbo. O vidro é descontaminado antes de ser moído e vendido como matéria-prima para pisos cerâmicos, para-brisa e bolinhas de gude. O chumbo, depois de passar por outro processo de purificação, pode voltar à cadeia produtiva de indústrias para ser usado com a cerâmica vitrificada (Barraca et al, 2020).

A maior parte dos teclados é constituída de plástico, metal e silicone. No processo de reciclagem cada componente é separado, triturado e vendido como matéria-prima. E no caso dos fios e cabos, os metais e os plásticos são separados dos materiais para depois serem revendidos para as indústrias como matérias-primas (Barraca et al, 2020).

Da carcaça e gabinete de um computador separa-se o ferro, o cobre, o alumínio e o estanho. Esses metais são enviados para a indústria de forma que sejam aproveitados da mesma forma que os produtos vindos da mineração. Já das placas eletrônicas é possível extrair ouro, prata e níquel. São necessárias toneladas de placas para extrair gramas de ouro. Após serem extraídos, esses metais são reutilizados em novos chips ou vendidos para joalherias. O resto, como alumínio, pode ir para fabricação de janelas e basculantes (Barraca et al, 2020).

A Lei nº 12.305/10, além de criar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, decreta que a Logística Reversa seja uma das ferramentas para a efetivação da chamada responsabilidade compartilhada entre todos os envolvidos no processo, desde o fabricante até o consumidor final no ciclo de vida dos produtos. Marcas como Apple, Samsung, Motorola, LG, Sony, Acer, HP, LG, entre outras, contam com um canal de descarte e urnas de coleta localizadas nas assistências técnicas autorizadas ou nas próprias lojas por todo o Brasil (PIRES, 2022; FONSECA, 2020).

Em Maceió pode-se contar com as empresas Biodigital e Qualitec.NE que recebem

eletroeletrônicos e encaminha-os para indústrias licenciadas que realizam a reciclagem de eletroeletrônicos. As lojas das operadoras Tim e Vivo, ML service e Iphone Service recebem aparelhos celulares e baterias de celulares. A empresa Itautec recebe computadores e componentes de computadores em geral, como: teclados, mouse, HDs e impressoras (Ecycle, [s.d.]). A sede do IMA Alagoas (Farol), a SEINFRA (Centro), a biblioteca da UFAL e os Supermercados Assaí e Carrefour recebem baterias em geral (IMA, [s.d.]).

No site da Secretaria de estado do meio ambiente e dos recursos hídricos de Alagoas (SEMARH-AL) há uma lista com as cooperativas de reciclagem do estado, dentre as quais pode-se destacar: a Cooperativa dos Catadores da Vila Emater (COOPVILA), que recebe metais, papéis, vidros e plásticos; a Cooperativa dos recicladores de Alagoas (COOPREL) unidades Antares e Benedito Bentes, que recebem materiais ferrosos e não ferrosos; a Cooperativa de Recicladores de Lixo Urbano de Maceió Ltda. (COOPLUM) que recebe Ferro, placas de computadores, vidros e plásticos; e a Cooperativa de Recicladores Mundaú (COOPMUNDAÚ) Ecoponto Dique Estrada que recebe material eletrônico (SEMARH-AL, [201-]).

A Associação dos Catadores de Arapiraca (ASCARA), que fica em Arapiraca, recebe plásticos em geral, garrafas de vidro, ferro, placas de computadores, entre outros (Mendes, 2023; SEMARH-AL, [201-]). Além disso, a prefeitura dessa cidade disponibiliza “Ecopontos” nos bairros Cavaco, Primavera, Jardim Esperança e Bom Sucesso para coletar resíduos eletrônicos como: monitores, impressoras, eletrodomésticos e TVs; lâmpadas, pilhas e baterias, dentre outros (Rocha, 2023).

Em Piranhas foi implantado em 2023 alguns pontos de coleta de equipamentos e de resíduos de eletrônicos e eletrodomésticos. Nesses pontos podem ser recolhidos: celulares, aparelhos telefônicos, monitores, televisores, DVD, CD players, aparelhos de som, fones de ouvido, mouses, teclados, impressoras, máquinas de Xerox, aparelhos de Fax, fios, estabilizadores, roteadores, e placas de circuito (Cada minuto, 2023).

4 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

4.1 PREPARAÇÃO DO AMBIENTE

A presente Proposta de Intervenção adotará abordagem participativa, pertinente ao processo de produção de saberes. Como estratégias de ensino serão realizadas uma aula expositiva e dialogada, duas palestras expositivas e uso de jogos didáticos. Essa proposta será

implementada futuramente e terá como público-alvo uma turma de alunos do 3º ano na disciplina de Química do Curso Técnico em Eletrônica do IFAL/Campus Maceió, pertencente ao eixo tecnológico Indústria do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos – CNCT, do Ministério da Educação.

O tema da Proposta de Intervenção Pedagógica será: “O perigo químico do descarte incorreto de aparelhos eletrônicos”. Esse tema foi definido com base na entrevista realizada em 2023 com um professor do componente curricular Química, que destacou que a maior parte dos alunos das turmas de terceiro ano não tinha conhecimentos acerca da temática que será objeto desta proposta de intervenção.

4.2 ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

A intervenção será realizada em quatro fases. Na primeira fase será ministrada uma aula pela professora abordando o tema “resíduos eletrônicos”. Na segunda fase será realizada uma palestra expositiva, seguida de um momento de perguntas e respostas. Na terceira fase palestras serão ministradas por duas empresas de reciclagem de eletrônicos e por representantes de duas cooperativas de recicladores de resíduos eletrônicos em Alagoas. Após as quais também haverá um momento de perguntas e respostas. Na quarta fase será feita uma avaliação das atividades da intervenção pelos alunos participantes.

A preparação do ambiente será por meio de uma aula e uma palestra, ministrada pela professora, abordando diversos tópicos pertinentes ao tema. A seguir, duas empresas e duas cooperativas que realizam logística reversa ministrarão uma palestra sobre seus trabalhos.

4.3 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Na primeira fase será ministrada uma aula expositiva e dialogada com apresentação de slides e vídeos com duração de 1h30min que abordará sobre: os conceitos, definições e tipos de resíduos eletrônicos; as diferenças entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário; o conceito de bioacumulação e biomagnificação; composição química de resíduos eletrônicos; e doenças que são causadas pelo contato com esses compostos químicos.

Na segunda fase será realizada uma palestra expositiva com apresentação de slides e vídeos com duração de 1h30min seguida de 30 min para perguntas e respostas sobre os tópicos: etapas do processo de logística reversa e etapas da reciclagem; resíduos após a reciclagem e destinação desses resíduos e formas de reaproveitamento por indústrias e

empresas; e empresas e cooperativas que realizam logística reversa em Maceió e outras cidades de Alagoas.

Na terceira fase, que acontecerá após a palestra, será realizada uma palestra de 1 hora por representantes de duas empresas de reciclagem de eletrônicos e por representantes de duas cooperativas de recicladores de resíduos eletrônicos em Alagoas.

Na quarta fase ocorrerá a avaliação das atividades da intervenção com duração de 1 hora através do uso de jogos didáticos em sala de aula. Em alguns jogos os alunos trabalharão de forma individual e em outros alguns jogos serão divididos em equipes.

4.4 RECURSOS NECESSÁRIOS

4.4.1 Recursos tecnológicos e audiovisuais:

- a) Notebook com acesso à internet para uso em sala de aula nas atividades teóricas;
- b) 01 datashow e 01 caixa de som para a apresentação de slides e vídeos educativos abordando a temática da proposta de intervenção.

4.4.2 Material de apoio:

- a) Sala com 30 carteiras e 01 mesa e cadeira para ministrar as aulas e as palestras em quatro encontros;
- b) Quadro branco, piloto para quadro branco e apagador.

4.5 FORMA DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE INTERVENÇÃO

Para verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos serão observadas a participação destes na aula e nas palestras sobre o tema abordado nessa intervenção. Assim como as respostas e pontuações que obtiverem nos jogos didáticos que serão aplicados após a aula e as palestras.

Também será utilizado um questionário curto que será inserido no site *Google Forms* para os alunos avaliarem a proposta de intervenção. Assim, poderão ser estudadas melhorias para a proposta de intervenção. O questionário irá conter as seguintes perguntas:

- 1) Qual a nota geral você dá para a intervenção (0 a 5)?;
- 2) Você gostou desse formato de intervenção? (essa pergunta requer uma resposta pessoal);
- 3) O quanto você gostou da aula e da palestra (0 a 5)?;
- 4) O quanto você gostou de aprender sobre esse tema (0 a 5)?

- 5) O que mais chamou sua atenção? (essa pergunta requer uma resposta pessoal);
- 6) O quanto a abordagem ajudou você a obter novos conhecimentos (0 a 5)?;
- 7) O que mais você gostaria de aprender sobre esse tema?

5. RESULTADOS ESPERADOS

Após a intervenção pedagógica ser aplicada espera-se que os alunos estejam sensibilizados quanto ao descarte correto de resíduos eletrônicos e quanto aos perigos químicos desses equipamentos para a saúde humana e para o meio ambiente quando estes são descartados de forma incorreta.

Além disso, que os alunos utilizem as informações obtidas nos diversos momentos da intervenção pedagógica em seu dia a dia e que a proposta de intervenção estimule-os a repassar as informações que aprenderam para outras pessoas para que a proposta de intervenção também tenha um impacto na sociedade em geral.

Ademais, o momento de aprendizagem com empresas de reciclagem de eletrônicos e cooperativas de recicladores de resíduos eletrônicos em Alagoas poderá estimular os alunos a manterem contato com esses promotores de reciclagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de intervenção pedagógica que tem a finalidade de sensibilizar os discentes quanto ao descarte correto de resíduos eletrônicos e quanto aos perigos químicos desses equipamentos para a saúde humana e para o meio ambiente quando estes são descartados de forma incorreta.

Dentre os resultados esperados, essa proposta favorece que os discentes tornem-se mais ambientalmente conscientes. Como consequência irão exercer suas atividades estudantis e profissionais de forma que suas ações terão um impacto positivo em sua própria saúde e na saúde da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, J. C. **Bioacumulação e Biomagnificação: Venenos Silenciosos.** Olhar oceanográfico. [S.l.], 2022. Disponível em: <http://olharoceanografico.com/bioacumulacao-e-biomagnificacao-venenos-silenciosos>. Acesso em: 26 de mar. 2023.
- AZEVEDO, J. **Lixo eletrônico: o que é e como descartar.** Ecycle. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lixo-eletronico>. Acesso em: 26 de mar. 2023.
- BARRACA, M. A.; BUNCHAFT, A.; REGIS, A. DE A.; CRUZ, U. R. X. da. Manual de procedimentos de coleta, reciclagem e disposição correta de resíduos eletroeletrônicos para integração das redes de organizações de catadores. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 1, p. 1-116, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/manual/tecnologia/residuos-eletronicos>. Acesso em: 01 de jul. 2023.
- BRASIL. Nações Unidas. **Aumento do lixo eletrônico afeta a saúde de milhões de crianças, alerta OMS.** Brasília, 16 jun. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/131782-aumento-do-lixo-eletr%C3%B4nico-afeta-sa%C3%BAde-de-milh%C3%B5es-de-crian%C3%A7as-alerta-oms> Acesso em: 10 de out. 2023.
- BRASIL. National Geographic. **Dia Mundial da Reciclagem: por que é importante reciclar o lixo eletrônico?** 16 mai. 2023. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/05/dia-mundial-da-reciclagem-por-que-e-importante-reciclar-o-lixo-eletronico>. Acesso em: 22 de out. 2023.
- CESAM. **Pergunte a um cientista do CESAM – o que é bioacumulação?** Universidade de Aveiro: Aveiro, Portugal, 2021. Disponível em: <https://www.ua.pt/pt/noticias/9/65581#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20bioacumula%C3%A7%C3%A3o,de%20bioacumula%C3%A7%C3%A3o%20podem%20ser%20diferentes>. Acesso em: 12 de dez. 2023.
- DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. DE; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, n. 45, p. 57-67, 11. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 07 de nov. 2023.
- ECYCLE. **Todos os aparelhos celulares contêm componentes tóxicos.** [S.l.], 2013. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/todos-aparelhos-celulares-contem-componentes-toxicos-diz-pesquisa>. Acesso em: 26 de mar. 2023.
- ECYCLE. **Reciclagem.** [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/postos/reciclagem.php>. Acesso em: 15 de set. 2023.
- FACCO, H. DOS S.; DISKA, N. M.; SILVA, G. P. DA. As vivências como metodologia de ensino da extensão rural: a aproximação entre estudantes e agricultores para a compreensão da realidade social. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, 102(262), p. 821–838, set.

2021. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/4531>
Acesso em: 30 de mar. 2023.

FONSECA, T. **Minerais e dispositivos eletrônicos**. Belo Horizonte: Minas Jr, 2020.
Disponível em: <https://www.minasjr.com.br/minerais-e-dispositivos-eletronicos>. Acesso em:
25 de abr. 2023.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. DE .. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1486–1492, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KSRbFmmLnnrkxcrKY37QS9m/abstract/?format=html&lang=en&stop=next#>. Acesso em: 12 de jul. 2023.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5a. Ed. São Paulo: Atlas, 2010, 184p.

IMA-AL - Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas. **Locais de descarte**. Alagoas, [s.d.] Disponível em: <https://www2.ima.al.gov.br/locais-de-descarte>. Acesso em: 01 de abr. 2023.

INTERTOX. **Toxicologia ambiental: Derramamento de arsênio e metais pesados**. São Paulo, 2015. Disponível em:
<https://intertox.com.br/toxicologia-ambiental-derramamento-de-arsenio-e-metais-pesados>.
Acesso em: 10 de jul. 2023.

MARTINS, M. C.; GOMES, R.; BOTELHO, M.; VIVEIROS, J. **Obsolescência programada: pesquisadores explicam conceito e direitos do consumidor**. [S.l.]: TV UFMG, 2021. 1 vídeo (4:19 min). Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=wE9ucDIbcRY&t=259s>. Acesso em: 15 de dez. 2023.

MENDES, L. Descarte de Lixo Eletrônico em Maceió: Saiba Como Fazer Corretamente. **BR 104**, 08 jul. 2023. Alagoas. Disponível em:
<https://www.br104.com.br/alagoas/descarte-de-lixo-eletronico-em-maceio-saiba-como-fazer-corretamente>. Acesso em: 14 de dez. 2023.

MONROE, C. Vygotsky e o conceito de aprendizagem mediada. **Nova escola**, 6 mar. 2018. Jornalismo. Disponível em:
<https://novaescola.org.br/conteudo/274/vygotsky-e-o-conceito-de-aprendizagem-mediada>.
Acesso em: 01 de nov. 2023.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Comportamentalismo, construtivismo e humanismo**. 2.ed revisada. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios5.pdf>. Acesso em: 07 de nov. 2023.

MADUREIRA, D. No Brasil, apenas 3% dos aparelhos são reaproveitados. **Valor econômico**, São Paulo, 16 out. 2019. Disponível em:
<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/10/16/no-brasil-apenas-3-dos-aparelhos-sao-reaproveitados.ghtml>. Acesso em: 22 de abr. 2023.

PARVEZ, S. M.; JAHAN, F.; BRUNE, M. N.; GORMAN, J. F.; RAHMAN, M. J.; CARPENTER, D.; ISLAM, Z.; RAHMAN, M.; AICH, N.; KNIBBS, L. D.; SLY, P. D. Health

Consequences of Exposure to E-Waste: An Updated Systematic Review. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 12, p. e905-e920. 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00263-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00263-1). Acesso em: 15 de nov. 2023.

Piranhas é pioneira na destinação correta do lixo eletrônico no Alto Sertão de Alagoas. **Cada minuto**, Alagoas, 18 ago. 2023. Interior. Disponível em: <https://www.cadaminuto.com.br/noticia/2023/08/18/piranhas-e-pioneira-na-destinacao-correta-do-lixo-eletronico-no-alto-sertao-de-alagoas>. Acesso em: 14 de dez. 2023.

PIRES, M. Como descartar eletrônicos obsoletos com segurança e responsabilidade? **Casa Cor**, 25 abr. 2022. Sustentabilidade. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/sustentabilidade/descarte-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 26 de mar. 2023.

ROCHA, W. **Arapiraca oferece quatro ecopontos de entrega voluntárias para atendimento da população**, Arapiraca, 30 jan. 2023. Disponível em: <https://web.arapiraca.al.gov.br/2023/01/arapiraca-oferece-quatros-ecopontos-de-entregas-voluntarias-para-atendimento-da-populacao>. Acesso em: 14 de dez. 2023.

SCHREIBER, D. V. F. A.; FERRAZ, A. P. S. Trabalho docente articulado e processo de ensino-aprendizagem na Educação Básica de estudantes com deficiência mental/intelectual. **Sobre tudo**, v. 3, n. 2, p. 61-90, 2022. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/sobretudo/article/view/5541/5017>. Acesso em: 07 de nov. 2023.

SEMARH-AL - Secretaria de estado do meio ambiente e dos recursos hídricos de Alagoas. **Associações e Cooperativas**. [201-]. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/coleta-seletiva/associacao>. Acesso em: 22 de abr. 2023.

WATANABE, F. Apesar de meta de acabar lixões até 2024, Brasil está estagnado. **Jornal de Brasília**, Brasília, 11 dez. 2023. Disponível em: <https://jornaldebrasil.com.br/noticias/brasil/apesar-de-meta-de-acabar-lixoes-ate-2024-brasil-esta-estagnado>. Acesso em: 14 de dez. 2023.