



2018

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

---

B444p Bellini, Elizabete Maria  
Proposta de uma sequência didática para o ensino de eletroquímica e a sensibilização ambiental quanto aos impactos do descarte de pilhas e baterias : material do professor : guia de sugestões para elaboração de aulas / Elizabete Maria Bellini, Claudia Regina Xavier.-- 2018. 74 f.: il.; 30 cm.

Bibliografia: f. 66.

1. Química - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Eletroquímica - Estudo e ensino (Ensino médio). 3. Pilhas. 4. Baterias. 5. Gestão integrada de resíduos sólidos. 6. Logística reversa. 7. Prática de ensino. I. Xavier, Claudia Regina. II. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

---

**Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR**  
**Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794**

**TERMO DE LICENCIAMENTO**

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



**DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO**

ANDERSON CALIXTO  
andersonklixto@gmail.com

# PROPOSTA DE uma Sequência Didática para o Ensino de Eletroquímica e a Sensibilização Ambiental quanto aos Impactos do Descarte de Pilhas e Baterias



## MATERIAL PARA O PROFESSOR

GUIA DE SUGESTÕES PARA ELABORAÇÃO DE AULAS

ELIZABETE MARIA BELLINI  
CLAUDIA REGINA XAVIER



# SUMÁRIO

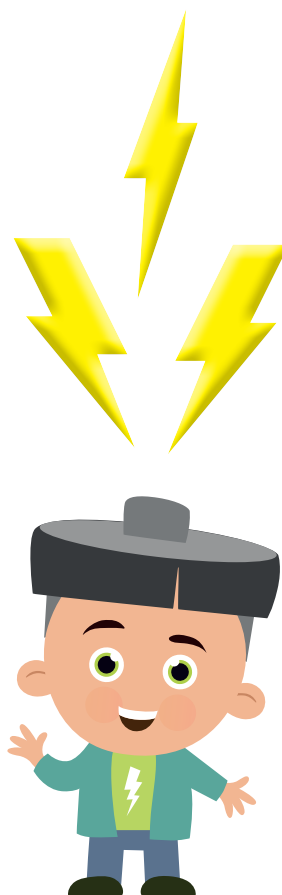
APRESENTAÇÃO	6
ORIENTAÇÃO AO (A) PROFESSOR (A)	6
CUIDADOS E NORMAS NO LABORATÓRIO ESCOLAR	6
SUGESTÕES PARA A ELABORAÇÃO DE AULAS	7
INTRODUÇÃO	9
SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)	10
METODOLOGIA	10
APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)	12
1º MOMENTO: APRESENTAÇÃO DA SD, ESCLARECIMENTOS E EVENTUAIS DÚVIDAS; APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO INICIAL	12
AULA 1 - APRESENTAÇÃO DA SD: DESTACANDO AS ETAPAS E OS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO.	12
2º MOMENTO: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
AULA 2 - AUDIÇÃO E CONVERSA SOBRE A MÚSICA DE CHITÃOZINHO E XORORÓ	13
ATIVIDADE 1 – ANÁLISE DA LETRA DA MÚSICA “PLANETA AZUL” - CHITÃOZINHO E XORORÓ	14
COMPOSITORES: XORORÓ E ALDEMIR	14
AULA 3 - ATIVIDADE 2 – LEITURA E ANÁLISE DA REPORTAGEM	16
REFERENTE À REPORTAGEM, RESPONDA:	17
AULA 4 - LEITURA E DISCUSSÃO DO TEXTO “PRAZO PARA GRANDES GERADORES ASSUMIREM A GESTÃO DOS RESÍDUOS SERÁ ESCALONADO”.	18
AULA 5 - INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE LOGÍSTICA REVERSA.	19
AULA 6 - LEITURA DO TEXTO “CURITIBA TERÁ DOIS PONTOS "EXTRAS" PARA DESCARTE DE LIXO ELETRÔNICO NESTE SÁBADO”. A REPORTAGEM ESTÁ DISPONÍVEL NA SEQUÊNCIA, PORÉM É POSSÍVEL ACESSAR CLICANDO AQUI.	20
BATIZADA DE E-LIXO, INICIATIVA É DO SESC-PR, EM PARCERIA DO INSTITUTO PRÓ-CIDADANIA E A SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE	20
AULA 7 - PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS	22
ATIVIDADE 3 – PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS	22







AULA 8 - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA	23
AULA 9 - INTRODUÇÃO À ELETROQUÍMICA	24
AULA 10 - REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO E APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA	25
AULA 11 - CONCEITO DE PILHAS	26
AULA 12 - ELETRÓLISE	27
AULA 13 - ELETRÓLISE ÍGNEA	28
AULA 14 - ELETRÓLISE EM MEIO AQUOSO	29
3º MOMENTO: PARTE EXPERIMENTAL	30
AULA 15 - NORMAS E CUIDADOS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA	31
AULA 16 - EXPERIMENTO I: CORROSÃO DO FERRO	32
ATIVIDADE 4 – CORROSÃO DO FERRO	33
QUESTÃO INVESTIGATIVA 1	36
AULA 17 - EXPERIMENTO II: ELETRÓLISE POR 5 CENTAVOS	39
ATIVIDADE 5 – ELETRÓLISE POR 5 CENTAVOS	41
QUESTÃO INVESTIGATIVA 2	44
AULA 18 - EXPERIMENTO III: REDUÇÃO DO MANGANÊS	47
ATIVIDADE 6 – OXIDAÇÃO DO MANGANÊS	49
QUESTÃO INVESTIGATIVA 3	60
RESPONDENDO À PERGUNTA INVESTIGATIVA: O QUE ACONTECE COM O MANGANÊS?	52
AULA 19 - EXPERIMENTO VI: CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO DA PILHA DE DANIELL	52
ATIVIDADE 7 – PILHA DE DANIELL	53
QUESTÃO INVESTIGATIVA 4	55
4º MOMENTO: QUESTIONÁRIO FINAL E ANÁLISE DE DADOS	59
AULA 20 - QUESTIONÁRIO FINAL – ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL	67
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL	71
APÊNDICE 3 – SUGESTÕES DE ETIQUETAS OU RÓTULOS	72



# APRESENTAÇÃO

Este produto educacional surgiu a partir da necessidade de se elaborar uma Sequência Didática (SD), como parte da pesquisa de dissertação de mestrado “Proposta de uma Sequência Didática para o Ensino de Eletroquímica e a Sensibilização Ambiental quanto aos Impactos do Descarte de Pilhas e Baterias”. A SD foi desenvolvida a partir da metodologia de natureza qualitativa a partir do procedimento técnico por levantamento de dados.

Para tanto, esta Sequência Didática foi dividida em quatro momentos:

- 1º momento: Questionário Anterior à aplicação da SD, objetivando investigar o conhecimento prévio dos discentes;
- 2º momento: Aplicação da SD através da fundamentação teórica sobre Eletroquímica, Educação Ambiental, Lixo eletrônico, Descarte de pilhas e baterias, Logística Reversa e Gerenciamento de Resíduos;
- 3º momento: Experimentos propostos para esta Sequência Didática referente aos conceitos de Eletroquímica e o gerenciamento de resíduos laboratoriais;
- 4º momento: Aplicação de um Questionário Posterior para avaliar a sensibilização quanto ao descarte correto de pilhas e baterias e a aprendizagem de conteúdos de Eletroquímica por jovens através dessa metodologia.

A sequência didática apresentada desafia e convida os (as) educadores (as) a exercer a responsabilidade com a comunidade escolar e contribuir para a divulgação e aprimoramento do conhecimento científico contextualizado.

## ORIENTAÇÃO AO (A) PROFESSOR (A)

Caro (a) Professor (a),

Esta SD contempla conceitos de Eletroquímica envolvendo impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado de pilhas e baterias, partindo de conhecimentos básicos referentes ao gerenciamento de resíduos eletrônicos e logística reversa. Ao trabalhar em sua escola, pesquise junto à órgãos competentes se há pontos de coletas de pilhas e baterias no município e como a comunidade escolar descarta esses dispositivos.

Os experimentos propostos nesta SD são: Corrosão do Ferro (Experimento I), Eletrólise por 5 centavos (Experimento II), Redução do Manganês (Experimento III) e Pilha de Daniel (Experimento IV).

O laboratório escolar é um ambiente pedagógico, caso a escola não disponibilize de um laboratório, utilize a sala de aula ou outro espaço, desde que seja bem arejado. Discuta com os discentes sobre segurança em laboratório, toxicidade de alguns reagentes e como tratar ou dispor os rejeitos gerados na aula. Os experimentos sugeridos neste material estão atrelados aos conceitos de Eletroquímica contidos no currículo básico do Ensino Médio e organizados no Planejamento do docente. Cada Unidade Experimental da SD tem expectativas de aprendizagem objetivando que o (a) aluno (a):

- a. Compreenda os fenômenos de oxidação e redução;
- b. Interprete textos e notícias;
- c. Associe a prática à teoria;
- d. Entenda a importância do descarte adequado de pilhas e baterias;
- e. Compreenda os conceitos de pilha a partir de reações de oxirredução, relacionando suas aplicações no cotidiano.



## CUIDADOS E NORMAS NO LABORATÓRIO ESCOLAR

- O laboratório escolar deve ser iluminado e arejado. Devem-se evitar cortinas;
- Os materiais e reagentes devem ser devidamente etiquetados e identificados;
- Utilizar cestos de lixo em local de fácil visibilidade e coletando em separado, o lixo comum e os resíduos sólidos gerados em aulas experimentais;
- Manter materiais tóxicos em armários fechados e seguros. Deve-se atentar a compatibilidade entre os reagentes;
- Respeitar as normas de segurança do laboratório, as quais devem estar em local de fácil acesso e visibilidade;
- Caso ocorram acidentes envolvendo pessoas, a medicação só poderá ser feita por um profissional da saúde. Em casos graves, é necessário procurar socorro médico junto ao gestor do estabelecimento;
- Fechar corretamente os frascos de reagentes químicos após o uso;
- Manter a etiqueta ou rótulo dos reagentes;
- Manter o laboratório limpo e organizado;
- Manter caixa de primeiros socorros em local de fácil acesso.

### EM CASO DE DÚVIDAS SOBRE AS ORIENTAÇÕES ANTERIORES ACESSE:

- Caderno de Orientações para Utilização do Laboratório Escolar de Ciências da Natureza da Rede Estadual de Ensino do Paraná. [Clique aqui](#) ou ainda:
- Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), dos reagentes e produtos utilizados nos experimentos. [Clique aqui](#)
- Labsynth. [Clique aqui](#)
- Merck – Reagentes, produtos químicos e material de laboratório. [Clique aqui](#)



## SUGESTÕES PARA A ELABORAÇÃO DE AULAS

Professor (a):

O produto educacional aqui apresentado, tem como objetivo auxiliá-lo (a) em suas atividades diárias que lhe serão úteis, como: criar, elaborar e validar as aulas. Durante minha trajetória como educadora surgiram diversas dúvidas sobre como preparar minhas aulas. Em escolas particulares tive coordenadores de área, que nem sempre eram professores de Química, as dúvidas eram sanadas de forma superficial. Quando ingressei na rede pública, bem, o número de educadores de Química é reduzido, geralmente, sou a única docente. Provavelmente, muitos profissionais da educação já enfrentaram situações semelhantes. Nesse contexto, busquei algumas estratégias e recursos para tornar minhas aulas menos teóricas e não tenho a pretensão de apresentar um material “mágico” capaz de solucionar todos os problemas e ensino-aprendizagem. Como o título sugeriu, são sugestões baseadas na minha experiência profissional. Segue algumas informações pertinentes:

- Título da aula: Precisa ser claro, objetivo e relacionado com o conteúdo proposto. Parece óbvio, mas por vezes se perde o foco do que havia pensado inicialmente e o educando percebe.
- Verifique se a proposta da aula é condizente com os documentos norteadores para a Educação Básica do Estado em que leciona e com a série que será aplicada. Por vezes, a mesma aula pode ser trabalhada nos três anos do Ensino Médio com objetivos diferentes para cada série, mas não cabe na Modalidade Educação para Jovens e Adultos (EJA), por exemplo.

- Crie expectativas para si: O que o discente poderá aprender com esta aula? Coloque-me no lugar do aluno e tente preparar o conteúdo pensando no que desejo que o adolescente saiba sobre o assunto trabalhado.
- Busque saber que conhecimentos prévios os jovens possuem sobre o conteúdo que irá trabalhar. Isso pode ser feito a partir de uma conversa rápida, com perguntas objetivas e claras.
- Estratégias e recursos: As estratégias são o Plano de Trabalho Docente, ou seja, o Planejamento ou Roteiro da aula. Elabore uma sequência didática para cada conteúdo que pretende trabalhar, facilita. Não confundir recursos com materiais. Os materiais podem ser tesoura, lápis colorido, cartolina, computador, tablete, cola e outros. Os recursos são métodos pedagógicos que auxiliam o professor em sala, como por exemplo: revistas, vídeos, músicas, jogos, jornais, sites, simulações dinâmicas, livros e outros, dependendo do enfoque.
- Links para consultar e que podem auxiliar na elaboração de aulas e atividades:
- Portal do Professor – MEC. [Clique aqui](#)
- Secretaria de Estado da Educação: Disciplina de Química. [Clique aqui](#)
- Nova Escola. [Clique aqui](#)
- Infoenem: os 10 melhores sites e blogs de Química. [Clique aqui](#)



# INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos recentes, ocorreu um aumento considerável no consumo de equipamentos eletrônicos. A vantagem é que possibilitou um ganho de produtividade e um significativo acesso ao entretenimento e comunicação, a desvantagem dessa evolução foi o aumento dos resíduos eletrônico, pois a vida útil dos aparelhos tecnológicos ganha atualizações cada vez mais frequentes em espaços de tempo cada vez mais curtos (MARTINS *et al.*, 2011).

Segundo estudo da Associação de Empresas da Indústria Móvel (GSMA) e da Universidade das Nações Unidas, a América Latina produziu em 2014 em torno de 9% de resíduos eletrônicos ou "e-waste", sendo que, o Brasil foi o maior produtor destes resíduos na América Latina gerando em torno de 36% destes. A pesquisa ressalta que nos próximos quatro anos, esse descarte, aumentarão entre 5% e 7% por ano na América Latina. Em 2018, a expectativa global é de atingir a marca de 50 milhões de toneladas (GLOBO, 2015). A legislação brasileira por meio da Resolução CONAMA 401/2008 "estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambiental, e dá outras providências". E pela Lei de Crimes Ambientais, os fabricantes de produtos altamente poluidores são responsáveis por eles (CONAMA, 2008).

Neste contexto, o professor precisa ter o compromisso de trabalhar cidadania na disciplina de Química, pois, de acordo com relatório de 2013 da ONU (Organização das Nações Unidas) publicado na Revista Exame no ano de 2016, o lixo eletrônico é "um dos fluxos de resíduos de mais rápido crescimento do mundo" tanto em países desenvolvidos quanto em regiões em desenvolvimento. Este prevê que o volume global de lixo eletrônico deve crescer em 33% até 2018, o que aumenta as chances de um nú-

mero maior de materiais tóxicos, como chumbo e mercúrio, entrarem no solo e na água (REVISTA EXAME, 2016).

O desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) sobre Eletroquímica envolvendo problemas ambientais relacionados com descarte de pilhas e baterias e o funcionamento desses dispositivos está relacionado com o fato de que esses dispositivos estão presentes em nosso cotidiano e envolvem aspectos tecnológicos. Geralmente, o conteúdo de Eletroquímica é trabalhado no 2º ano do Ensino Médio sem que haja integração com os impactos ambientais que estes resíduos eletrônicos podem ocasionar, o gerenciamento de como são dispostos no Meio Ambiente, à responsabilidade dos fabricantes e os conceitos de Eletroquímica contidos em livros didáticos. No Ensino de Química, são usados tanto a teoria como resultados experimentais; fatos e princípios complementam um ao outro. Assim, nos dizeres de Delizoicov e Angotti (1994) apud Muechen (2010), na aprendizagem dessa ciência, "as atividades experimentais devem ser garantidas de maneira a evitar que a relação teoria/prática seja transformada numa dicotomia." É consenso entre professores de Química de diferentes níveis de ensino a importância que a experimentação desempenha no processo de ensino-aprendizagem. (MACHADO e MOL, 2008).

O objetivo desta SD é apresentar aos professores recursos pedagógicos para trabalhar o conteúdo de Eletroquímica a partir de conhecimentos de Gerenciamento de Resíduos e Logística Reversa. Desta forma, o educador poderá abordar os conceitos químicos de maneira contextualizada com a finalidade de sensibilizar os discentes quanto aos impactos ambientais decorridos do descarte inadequado de pilhas e baterias.

Em princípio a SD foi desenvolvida para alunos do 2º ano do Ensino Médio, porém poderá ser adaptada de acordo com as possibilidades do professor para todo o Ensino Médio.



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Nos dizeres de Zabala (1998) e Cruz (1976), uma Sequência Didática pode ser nomeada por sequência de ensino-aprendizagem, unidade didática, plano de aula, plano de ensino como sendo termos frequentemente empregados. A definição para SD é apresentada por Kobashigawa et al. (2008), como sendo um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes. Sendo assim, uma Sequência Didática pode reportar o professor ao Planejamento. Para Moretto (2007) *apud* Castro, Tucunduva e Arns (2008), planejar é organizar ações, ou seja, o planejamento deve ser uma organização das ideias e informações.

Desta forma, uma Sequência Didática, assim como o planejamento, é flexível e possui elementos, tais como: objetivo, justificativa, conteúdo, ano de escolaridade, número de aulas necessárias, material necessário, critérios de avaliação e instrumentos de avaliação. Uma SD em seu desenvolvimento perpassa por inúmeras etapas, é preciso instigar a discussão coletiva, exibições de vídeos, aulas expositivas, pesquisar referenciais teóricos, aulas experimentais e outros que surgirem de acordo com a necessidade das aulas.

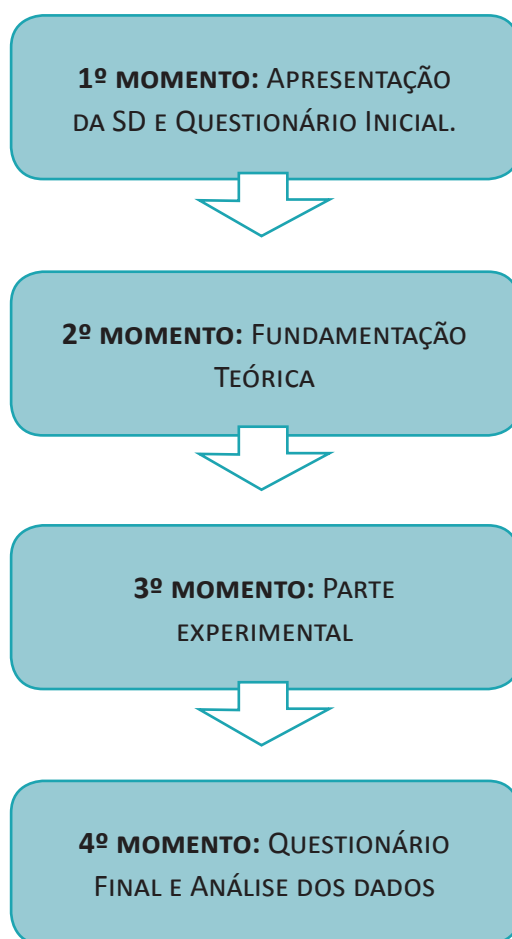
Professor (a), o Material Didático apresentado objetiva conduzir os estudantes a uma reflexão sobre o conteúdo proposto na SD; bem como, almeja que os conhecimentos adquiridos pelos discentes promovam mudanças intelectuais e comportamentais ao invés de serem utilizados apenas na aula ou no momento de uma avaliação.



## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta Sequência Didática, como mencionado anteriormente, foi empregado a metodologia aplicada e quanti-qualitativa.

Conforme o Fluxograma 1, a aplicação desta Sequência Didática foi desenvolvida em quatro momentos. Inicialmente, perpassa pela apresentação da SD e questionário diagnóstico inicial, leitura e discussão de artigos e reportagens sobre impactos ambientais, música e aulas experimentais, questionário diagnóstico final seguido de análise de dados, sendo que, a ordem de desenvolvimento da Sequência Didática está contida na Tabela 1.



Fluxograma 1: Representação da Metodologia

**Tabela 1:** Descrição das Etapas de Aplicação da Sequência Didática (SD)<sup>1</sup>

1º MOMENTO: APRESENTAÇÃO DA SD E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL	AULA 1	Questionário Inicial. Apresentação da SD, destacando as etapas e os instrumentos de avaliação.
2º MOMENTO: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	AULA 2	<b>Atividade 1</b> - Audição e Discussão sobre a música de Chitãozinho e Xororó "Planeta Azul":
	AULA 3	<b>Atividade 2</b> - Leitura e discussão da reportagem "O risco de contaminação dos rios e nascentes com metais pesados". Disponível em: < <a href="http://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2016/03/16/noticia-especial-enem,744010/o-risco-de-contaminacao-dos-rios-e-nascentes-com-metais-pesados.shtml">http://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2016/03/16/noticia-especial-enem,744010/o-risco-de-contaminacao-dos-rios-e-nascentes-com-metais-pesados.shtml</a> >
	AULA 4	Leitura e discussão do texto "Prazo para grandes geradores assumirem a gestão dos resíduos será escalonado" disponível em: < <a href="https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/02/22/prazo-para-grandes-geradores-assumirem-a-gestao-dos-residuos-sera-escalonado/">https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/02/22/prazo-para-grandes-geradores-assumirem-a-gestao-dos-residuos-sera-escalonado/</a> >
	AULA 5	Introdução do conceito de Logística Reversa.
	AULA 6	Leitura e discussão do artigo " <b>Curitiba terá dois pontos "extras" para descarte de lixo eletrônico neste sábado</b> " Disponível em: < <a href="http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/curitiba-tera-dois-pontos-extras-para-descarte-de-lixo-eletronico-neste-sabado-efsmotqx1tettonq7xvjfv4ge">http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/curitiba-tera-dois-pontos-extras-para-descarte-de-lixo-eletronico-neste-sabado-efsmotqx1tettonq7xvjfv4ge</a> >
	AULA 7	<b>Atividade 3</b> - Integração entre os conhecimentos de Gerenciamento de Resíduos e Logística Reversa (Programa Abinne de recebe pilhas)
	AULA 8	Discussão sobre a resolução do CONAMA 401/2008.
	AULA 9	Introdução à Eletroquímica: conceito de oxidação e redução; número de oxidação (Nox); balanceamento de reações.
	AULA 10	Reações de oxirredução e aplicações na indústria.
	AULA 11	Conceito de Pilhas.
	AULA 12	Eletrólise – conceito.
	AULA 13	Eletrólise Ígnea – conceito.
	AULA 14	Eletrólise em Meio Aquoso – conceito.

1 Todos os textos citados na SD estão contidos, na íntegra, no Material do Aluno.

3º MOMENTO: PARTE EXPERIMENTAL	AULA 15	Normas e cuidados no laboratório de Química.
	AULA 16	Experimento I - Corrosão do Ferro (7 dias) e <b>Atividade 4</b> .
	AULA 17	Experimento II – Eletrólise por 5 centavos e <b>Atividade 5</b> .
	AULA 18	Experimento III – Redução do Manganês e <b>Atividade 6</b> .
	AULA 19	Experimento IV – Pilha de Daniell e <b>Atividade 7</b> .
4º MOMENTO: QUESTIONÁRIO FINAL E ANÁLISE DOS DADOS	AULA 20	Aplicação do Questionário final e Análise da Sequência Didática (SD).

## APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)



### MOMENTO

Apresentação da SD, esclarecimentos e eventuais dúvidas; aplicação do Questionário Diagnóstico Inicial.



### AULA 1

Apresentação da SD: destacando as etapas e os instrumentos de avaliação.

A primeira aula consiste em uma apresentação referente à Sequência Didática proposta. Sugere-se a aplicação de um Questionário Inicial (anexo 1) com perguntas referentes à conhecimentos prévios do estudante sobre o descarte de pilhas e baterias e os impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado. O intuito desta pesquisa é instigar o aluno a pensar sobre como ele dispõe os resíduos gerados e se é um consumidor consciente. Em seguida, poderá ser ministrada uma aula expositiva na qual serão apresentadas todas as etapas (Tabela 1).

Professor (a), é importante que os discentes saibam que critérios e instrumentos de avaliação serão utilizados e os conteúdos trabalhados no decorrer do bimestre, trimestre ou semestre conforme organização da instituição de ensino previsto em regimento escolar.



## MOMENTO

Fundamentação Teórica



## AULA 2

Audição e Conversa sobre a música de  
Chitãozinho e Xororó

### **“PLANETA AZUL” LEITURA E DISCUSSÃO DA REPORTAGEM “O RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS RIOS E NASCENTES COM METAIS PESADOS”**

Neste momento será apresentada aos alunos a Atividade 1 que consiste na audição da música “Planeta Azul” cantada pela dupla sertaneja Chitãozinho & Xororó acompanhando com a letra da música impressa, pois a música nos remete aos cuidados que deveríamos ter com a Terra e seus ecossistemas. Os discentes acompanham a audição e poderão grifar, destacar ou anotar informações que considerem pertinentes, conforme perceberem supostas transformações ocasionadas pelo homem ao Meio Ambiente. Em seguida, a sugestão é que respondam as questões referentes à música:



# ATIVIDADE 1

## ANÁLISE DA LETRA DA MÚSICA “PLANETA AZUL” - CHITÃOZINHO E XORORÓ

Compositores: Xororó e Aldemir

A vida e a natureza sempre à mercê da poluição  
Se invertem as estações do ano  
Faz calor no inverno e frio no verão  
Os peixes morrendo nos rios  
Estão se extinguindo espécies animais  
E tudo que se planta, colhe  
O tempo retribui o mal que a gente faz  
Onde a chuva caía quase todo dia  
Já não chove nada  
O sol abrasador rachando o leito dos rios secos  
Sem um pingo d’água  
Quanto ao futuro inseguro  
Será assim de Norte a Sul  
A Terra nua semelhante à Lua  
O que será desse planeta azul?  
O que será desse planeta azul?  
O rio que desse as encostas já quase sem vida  
Parece que chora um triste lamento das águas  
Ao ver devastada, a fauna e a flora  
É tempo de pensar no verde  
Regar a semente que ainda não nasceu  
Deixar em paz a Amazônia, preservar a vida  
Estar de bem com Deus  
Onde a chuva caía quase todo dia  
Já não chove nada  
O sol abrasador rachando o leito dos rios secos  
Sem um pingo d’água.  
Quanto ao futuro inseguro  
Será assim de Norte a Sul  
A Terra nua semelhante à Lua  
O que será desse planeta azul?  
O que será desse planeta azul?  
O que será desse planeta azul?

## QUESTÕES RELACIONADAS À MÚSICA APRESENTADA:

1. Qual (is) é (são) o (s) tema (s) abordado (s)  
na letra da música?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Aponte os impactos ambientais apresenta-  
dos na letra da música.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SUGESTÕES DE MÚSICAS REFERENTES À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

- Riacho do Navio (xote, 1955) – Luiz Gonzaga e Zé Dantas. [Clique aqui](#)
- Um Índio (tropicália, 1976) – Caetano Veloso. [Clique aqui](#)
- Passaredo (MPB, 1976) – Chico Buarque e Francis Hime. [Clique aqui](#)
- Sobradinho (rock rural, 1977) – Sá & Guarabyra. [Clique aqui](#)
- As Forças da Natureza (samba, 1977) – João Nogueira e Paulo César Pinheiro. [Clique aqui](#)
- Planeta Água (balada, 1981) – Guilherme Arantes. [Clique aqui](#)
- O Sal da Terra (Clube da Esquina, 1981) – Beto Guedes e Ronaldo Bastos. [Clique aqui](#)
- Todo dia era dia de índio (samba rock, 1981) – Jorge Benjor. [Clique aqui](#)
- Xote Ecológico (xote, 1989) – Luiz Gonzaga e Aguinaldo. [Clique aqui](#)
- Benke (Clube da Esquina, 1990) – Milton Nascimento e Márcio Borges. [Clique aqui](#)
- Herdeiros do Futuro (Infantil, 2002) – Toquinho e Elifas Andreato. [Clique aqui](#)

A escolha da música “Planeta Azul” está atrelada ao conjunto de impactos ambientais contidos na letra, amplo. O objetivo é instigar o adolescente a identificar quais são os danos ambientais causados pelo homem. Outra razão é que os cantores Chitãozinho e Xororó são paranaenses e os sujeitos de pesquisa ouvem música sertaneja. Valorize artistas da sua região e seu público alvo





## AULA 3

Leitura e análise da reportagem

### ATIVIDADE 2

#### LEITURA E ANÁLISE DA REPORTAGEM

A reportagem “O risco de contaminação dos rios e nascentes com metais pesados”, pode ser acessado [clikando aqui](#). Segue um recorte do texto para conhecimento e referência de trabalho.

#### O RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS RIOS E NASCENTES COM METAIS PESADOS

“[...] Os metais compõem um grupo dos elementos químicos, na sua maioria sólidos no seu estado puro, caracterizados pelo seu brilho, dureza, cor amarelada a prateada, boa condutividade de eletricidade e calor, maleabilidade, ductibilidade, além de elevados pontos de fusão e ebulição. Dentre esses, alguns apresentam uma densidade ainda mais elevada do que a dos demais, e, por isso são denominados “metais pesados”. Além da densidade elevada, o que, em números, equivale a mais de  $4,0 \text{ g/cm}^3$ , os metais pesados também se caracterizam por apresentarem altos valores de número atômico, massa específica e massa atômica. A maior parte dos metais pesados são venenosos aos seres humanos. Eles diferenciam-se dos compostos orgânicos tóxicos, por serem absolutamente não degradáveis, de maneira que podem acumular no meio ambiente onde manifestam sua toxicidade. Isso significa que eles têm elevados níveis de reatividade e bioacumulação, o que faz com que permaneçam em caráter cumulativo ao longo da cadeia alimentar [...]”.



Mercúrio (Hg) - único metal pesado encontrado em estado líquido em temperatura ambiente e um dos vilões do envenenamento de rios e lagos. (foto: liquidmercury.net).

“[...] O descarte de pilhas e baterias devem ser realizados da forma correta para prevenir a contaminação de metais pesados no solo e na água. (foto: Pensamento Verde/Divulgação) A contaminação pelos metais pesados não ocorrem somente através de desastres ambientais, ela é causada também pelo descarte indevido de produtos industrializados como pilhas, baterias e lâmpadas no lixo doméstico. Eles acabam entrando em contato com o solo, onde materiais constituintes de metais pesados acabam contaminando assim o solo, as águas e os seres vivos. Logo, torna-se necessário uma conscientização de todos para o descarte correto desses produtos e assim prevenir os danos ao meio ambiente e a saúde do próprio homem”.

## REFERENTE À REPORTAGEM, RESPONDA:

1. Qual o tema central?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Cite impactos ambientais abordados na reportagem.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### SUGESTÕES DE REPORTAGENS PARA CONVERSAS E LEITURA SOBRE CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS (TÓXICOS)

- Dieta sem glúten favorece contaminação por arsênio e eleva risco de doenças. [Clique aqui](#)
- Barragem de mineração abandonada ameaça água de Belo Horizonte. [Clique aqui](#)
- Tabagismo causa enorme dano ao meio ambiente, alerta OMS. [Clique aqui](#)
- Pesquisa aponta contaminação por metais pesados em peixes no litoral do ES. [Clique aqui](#)
- Pará: comunidades de Barcarena irão à justiça contra empresa de alumínio Hydro. [Clique aqui](#)
- Estudo revela que águas subterrâneas na região do Rio Doce estão contaminadas. [Clique aqui](#)

Professor (a), as sugestões anteriores são possibilidades de leitura e discussões com os jovens, mas o (a) educador (a) tem autonomia em sala de aula. Apresentei as consequências de contaminação por metais tóxicos neste momento, foi para que percebam que os mesmos elementos estão presentes em pilhas e baterias em futuras conversas.





## AULA 4

Leitura e discussão do texto “Prazo para grandes geradores assumirem a gestão dos resíduos será escalonado”.

Posteriormente às discussões realizadas sobre as modificações ambientais causadas na Terra pela ação do homem, os educandos terão aula expositiva sobre Gerenciamento de Resíduos (GR). Nessa aula será apresentado conceito de GR através de aula expositiva em slides e como este pode auxiliar nos descartes que são feitos ao longo do dia. Para tanto, propõe-se a leitura do texto **“Prazo para grandes geradores assumirem a gestão dos resíduos será escalonado”**. Na sequência, está recorte da reportagem, mas é possível acessar o link da reportagem [clcando aqui](#).

“[...] Em 25 de setembro, entrou em vigor o Decreto nº 37.568, de 24 de agosto de 2016, que regulamenta a Lei Distrital nº 5.610, de 16 de fevereiro de 2016. Como já previam legislações federais, a exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei nº 5.610 desobriga o Estado do gerenciamento ambientalmente adequado dos materiais e do ônus decorrente disso. A regra não se aplica a residências.

Essa é uma medida que já existe em várias capitais brasileiras. A lei nacional define que essa não é responsabilidade do setor público.

Com a regulamentação, o dever passa a ser integralmente dos grandes geradores. A proposta da regulamentação foi feita por diversos órgãos do governo e discutida com representantes do setor, que contribuíram com ideias e informações. “Essa é uma medida que já existe em várias capitais brasileiras. A lei nacional define que essa não é responsabilidade do setor público. Portanto, o SLU está cumprindo uma determinação legal”, disse Kátia Campos.

Outras alterações dizem respeito à fiscalização. O infrator continua podendo oferecer defesa ou impugnação do auto de infração no prazo de 20 dias contados da ciência da autuação. Porém, antes do julgamento da defesa ou da impugnação, a autoridade julgadora (Agefis ou Adasa) pode ouvir o servidor que lavrou o auto de infração, no prazo de sete dias.

O auto de infração deve ser julgado pela autoridade competente, em primeira instância, ainda que não apresentada a defesa ou impugnação. O infrator pode entrar com recurso à instância superior devido à decisão condenatória no prazo de dez dias”.

### SUGESTÕES PARA LEITURA E DISCUSSÃO REFERENTE AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

- Sustentabilidade para empresas: como desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos sólidos. [Clique aqui](#)
- Reunião discute plano de gerenciamento de resíduos sólidos. [Clique aqui](#)
- Ufal tem ponto de coleta de pilhas e baterias. [Clique aqui](#)
- Avançam acordos setoriais da Política de Resíduos Sólidos. [Clique aqui](#)
- Pesquisa aborda os desafios da gestão do lixo nas cidades da Amazônia. [Clique aqui](#)
- Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos rende prêmio a estudantes. [Clique aqui](#)

Professor (a), este momento da SD tem como objetivo apresentar aos discentes o conhecimento teórico básico sobre o que é gerenciamento de resíduos sólidos? É pertinente à discussão a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), para acessar [clique aqui](#), fazendo um recorte sobre o descarte de pilhas e baterias. Observe que não há sugestão de atividade escrita, no entanto, é possível realizar um Júri Simulado ou uma Roda de Conversa para verificar se a Sequência Didática está conseguindo atingir as expectativas. É possível ainda, assistir documentários e noticiários sobre o Gerenciamento de Resíduos, utilizei um vídeo de audiência pública com duração de 3min03s, exibido pela TV Senado: **“Humberto Barbato destaca programa de gerenciamento de pilhas e baterias de uso doméstico”**. [Clique aqui](#).



# AULA 5

Introdução ao conceito de Logística Reversa.

Para esta aula, foi utilizado os recursos pedagógicos: aula expositiva referente ao conceito básico e teórico de Logística Reversa (LR). Apresentação das principais empresas no Brasil que realizam a LR. A seguir, segue relação das principais empresas que exercem esta tecnologia e note que estão separadas por categoria de projetos.

FIGURA 1 – 50 EMPRESAS QUE REALIZAM A LOGÍSTICA REVERSA

Energia	Embalagem	Reciclagem	Gestão de Resíduos	Equipamentos
1 – Sabesp	11 – Baram	21 – Camargo Corrêa	31 – Walmart	41 – Estre Ambiental
2 – Mafrig/Seara	12 – Nestlé	22 – Vulcan	32 – Ambev	42 – Braslem
3 – McDonald's	13 – Pão de Açúcar	23 – Santander	33 – Spal	43 – Chevron Brasil
4 – Solvi	14 – Natura	24 – HSBC	34 – Baxter	44 – SulAmérica
5 – Embaré	15 – Green Business	25 – Renault	35 – Codesp	45 – Light
6 – Monsanto	16 – Novelis	26 – Fiat	36 – BM&FBovespa	46 – Itautec
7 – Vale	17 – O Boticário	27 – WTorre	37 – White Martins	47 – Café Bom Dia
8 – Petrobras	18 – Merial Brasil	28 – Denovo	38 – Cyberlar	48 – Naturalis Brasil
9 – Souza Cruz	19 – Bombril	29 – Bradesco	39 – Levi's	49 – Itaú Unibanco
10 – Copel	20 – Philips	30 – Banco do Brasil	40 – ArcelorMittal	50 – Tetra Pak

Fonte: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/negocios/20110401/empresas-bem/52137>

Professor (a), esta é uma aula teórica na qual a maioria dos educandos terão o contato pela primeira vez com o conceito de Logística Reversa. É interessante apresentar quais empresas realizam a LR (Figura 1) e como é realizado no Brasil e em outros países. Recomendo o histórico referente ao tema da aula. Considero importante que os discentes saibam como tudo começou. Preparei slides para contar o desenvolvimento da LR baseado no artigo "O que é Logística Reversa", você pode acessá-lo [clcando aqui](#). No entanto, tenha a liberdade de selecionar outras referências. Outra possibilidade é assistir documentários e noticiários sobre LR. O que repassei aos adolescentes foi o documentário "Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros" com duração de 25min55s, disponível no canal Meio Ambiente, acesse [clcando aqui](#)







## AULA 6

Leitura do texto "Curitiba terá dois pontos "extras" para descarte de lixo eletrônico neste sábado". A reportagem está disponível na sequência, porém é possível acessar [clcando aqui](#).

### LEITURA E ANÁLISE DA REPORTAGEM "CURITIBA TERÁ DOIS PONTOS EXTRAS PARA DESCARTE DE LIXO ELETRÔNICO NESTE SÁBADO".

#### BATIZADA DE E-LIXO, INICIATIVA É DO SESC-PR, EM PARCERIA DO INSTITUTO PRÓ-CIDADANIA E A SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Data: 05/11/2014

#### A UVR

Segundo a prefeitura, a Unidade de Valorização de Recicláveis (UVR) estimula o hábito da reciclagem por meio da triagem dos resíduos sólidos reaproveitáveis. Eles são coletados pelos programas da Prefeitura de Curitiba (Lixo que não é Lixo e Câmbio Verde). A unidade processa cerca de 800 toneladas/mês. Uma ação do Sindicato das Empresas de Serviços Contábeis e das Empresas de Assessoramento, Perícias, Informações e Pesquisas no Estado do Paraná (Sescap-PR), em parceria com o Instituto Pró-Cidadania e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba, vai disponibilizar dois pontos para descarte correto de lixo eletrônico na capital paranaense neste sábado (8).

A campanha, batizada de **E-Lixo**, vai atender a população e as empresas interessadas das 9 às 17 horas nos estacionamentos dos parques **Barigui**, no bairro Santo Inácio (acesso pela BR-277), e **Cambuí**, no bairro Fazendinha (acesso pela Rua Carlos Klemtz). Segundo a prefeitura, todo material coletado será encaminhado à Unidade de Valorização de Recicláveis (UVR), administrada pelo Instituto Pró-Cidadania. Os fundos arrecadados com a venda da sucata serão revertidos para projetos sociais da própria instituição e da Fundação de Ação Social (FAS). Iniciado em 2011, o E-Lixo já arrecadou, somente em Curitiba, 20 toneladas de lixo eletrônico. Segundo balanço, somente na última edição, realizada em agosto, foram coletadas 11 toneladas deste tipo de material no município.

### SEPARAÇÃO É IMPORTANTE POIS EVITA CONTAMINAÇÃO

O lixo eletrônico não pode ser descartado juntamente com o lixo comum porque os equipamentos têm produtos tóxicos, que são altamente poluentes. Mercúrio, chumbo, fósforo e cádmio são alguns dos elementos químicos existentes em processadores, capacitores e baterias, que se não estiverem em condições corretas podem contaminar pessoas, animais, ar, água e solo. Além de evitar a poluição, o reaproveitamento de componentes eletrônicos ainda gera dinheiro. Quando são desmanchados, os aparelhos rendem metais nobres, como ouro e cobre. O professor Luiz Augusto Pelisson, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), explica que o ouro é um ótimo condutor elétrico e, por isso, processadores e outros componentes têm finos fios de ouro. O uso do metal dourado já foi mais comum em equipamentos eletrônicos, mas acabou sendo substituído recentemente por ligas de cobre, com a intenção de baratear os aparelhos.

### CONFIRA MAIS IDEIAS DO QUE FAZER COM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS VELHOS

#### ➔ DOE PARA O MUSEU DA UTFPR

Se você suspeita que a peça que tem em casa possa ter algum valor histórico, entre em contato com o museu tecnológico da UTFPR. Telefone: (41) 3310-4545.

#### ➔ DEIXE NO LIXO QUE NÃO É LIXO

Eletrônicos recolhidos pelo caminhão da coleta seletiva são levados para um central de reciclagem, em Campo Magro. O material é leiloado a cada três meses e a renda retorna para financiar o Lixo que não é Lixo. Consulte dias e horários que o caminhão passa na sua rua no site da prefeitura.

## ➔ DOE PARA ASSOCIAÇÃO DE RECICLAGEM

O Instituto Brasileiro de Ecotecnologia é uma organização sem fins lucrativos recomendada pela prefeitura de Curitiba para recolher lixo eletrônico domiciliar. A entidade separa o material e vende, gerando renda para a manutenção dos trabalhos sociais, ou reaproveita os equipamentos e peças para aulas de robótica. Telefone: (41) 9932-0168.

## ➔ VENDA COMO SUCATA

Algumas empresas compram o lixo eletrônico. Na maioria das vezes, o valor é simbólico, como R\$ 2 por um computador.

## ➔ DÊ PARA UMA ENTIDADE ASSISTENCIAL

Várias organizações precisam de materiais de informática e aceitam doações, desde que os equipamentos estejam funcionando.

Fonte: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/curitiba-tera-dois-pontos-extras-para-descarte-de-lixo-eletronico-neste-sabado-efsmotqx1tettonq7xvjfv4ge>

Professor (a), a reportagem utilizada é referente à postos de coleta de pilhas e baterias na capital do Paraná, a cidade de Curitiba, pois é a cidade em que resido. Leciono em um município da Região Metropolitana, Colombo. Desta maneira, procurei ambientar os adolescentes, com os quais trabalho, com o que está próximo a eles. Sinta-se a vontade para fazer o mesmo com seus discentes.

## SUGESTÕES DE LEITURA E DISCUSSÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA

- Fecomércio SP lança portal sobre logística reversa para consumidores, comerciantes e sindicatos. [Clique aqui](#)
- Como descartar celulares, computadores e eletroeletrônicos. [Clique aqui](#)
- São Gabriel: Prefeitura instala EcoPontos para coleta de pilhas e baterias. [Clique aqui](#)
- Maringá tem cinco pontos de coleta de pilhas e baterias. [Clique aqui](#)
- Senai lança nesta terça-feira Programa de Logística Reversa. [Clique aqui](#)
- Fabricantes de eletroeletrônicos criam empresa para coleta de resíduos. [Clique aqui](#)
- Motorola patrocina torneio de Clash Royale no Brasil. [Clique aqui](#)
- Descarte irregular de lixo eletrônico ameaça o meio ambiente. [Clique aqui](#)





## AULA 7

Neste momento, os alunos serão apresentados à página da ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), onde as indústrias que realizam a integração entre GR e LR, estão listadas. Acesse [clikando aqui](#).

### PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS

O Programa ABINEE Recebe Pilhas é uma iniciativa conjunta de fabricantes e importadores de pilhas e baterias portáteis, que uniram esforços visando atender à Resolução CONAMA 401/2008, responsabilizando-se pelo pós-consumo das pilhas e baterias (de suas marcas) que colocaram no mercado.

O projeto teve início em novembro de 2010 com a finalidade de atender aos consumidores domésticos, e implantar os sistemas de logística reversa e destinação final, após o fim da vida útil, das pilhas comuns de zinco-mangânês, pilhas alcalinas, pilhas recarregáveis e baterias portáteis.

De acordo com a lei 12.305/2010, empresas privadas devem possuir o seu plano de gerenciamento de resíduos, o qual deve contemplar todos os resíduos gerados pelas atividades da empresa, incluindo suas pilhas e baterias.

Abaixo seguem as marcas das empresas, fabricantes e importadoras de pilhas e baterias, que participam do Programa ABINEE Recebe Pilhas.

Para mais informações, ligue gratuitamente para 0800 779 4500 ou [clique aqui](#) para visualizar a cartilha do Programa.

Para a análise de compreensão por parte dos educandos, propõe-se a Atividade 3.

## ATIVIDADE 3

### PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS

Após leitura do texto “Programa ABINEE Recebe Pilhas” e conhecimentos básicos informados durante as aulas, responda:

1. Como ocorre a integração entre Gerenciamento de Resíduos e Logística Reversa? Você é capaz de propor uma forma de integração do GR e da LR para a comunidade em que vive?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# AULA 8

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA

## CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 401/2008, que “Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências”. Para acessar a página [clique aqui](#).

Nesta aula a sugestão é que seja feito um recorte do CONAMA 401/2008, no qual especifica os limites de metais tóxicos permitido pela legislação brasileira para a fabricação de pilhas e baterias. Outro aspecto interessante para levar aos discentes é quanto as pilhas falsificadas, que entram no Brasil, pois a regulamentação destas são de acordo com o país de origem e geralmente, contém uma quantidade maior de metais. Maiores informações [clique aqui](#).

### SUGESTÕES DE REPORTAGENS REFERENTE À LOGÍSTICA REVERSA E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

- O que fazer com os smartphones, após trocá-los por modelos mais recentes? [Clique aqui](#)
- Plano de Resíduos Sólidos abre novos mercados no País. [Clique aqui](#)
- É preciso reconhecer o valor econômico do lixo, dos resíduos. [Clique aqui](#)
- Lei de resíduos demanda mudança na gestão pública. [Clique aqui](#)
- Lixo eletrônico não é descartado da forma correta em Montes Claros, MG. [Clique aqui](#)

### SUGESTÕES DE VÍDEOS SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

- Logística Reversa de Eletroeletrônicos. [Clique aqui](#)
- Natureza Viva- O impacto ambiental das pilhas. [Clique aqui](#)
- Descarte consciente de pilhas e baterias- UNASP/EC. [Clique aqui](#)
- Descarte correto de pilhas e baterias. [Clique aqui](#)



# AULA 9

## Introdução à Eletroquímica

Esta aula pode iniciar por meio da reportagem apresentada no Jornal Nacional (Rede Globo) “Pilhas e baterias ameaça o meio ambiente” com duração de 2min06s para acessar a reportagem [clique aqui](#), retome a discussão feita anteriormente sobre GR e LR. Posteriormente, apresente o conteúdo por meio de aulas expositivas proporcionando aos adolescentes o conceito de Eletroquímica: definição de eletroquímica, de oxidação/redução, de número de oxidação e balanceamento de reações.

### SUGESTÕES DE VÍDEOS SOBRE O CONCEITO DE ELETROQUÍMICA:

- NOX, Reações de Oxirredução e Introdução ao Balanceamento das Equações Químicas. [Clique aqui](#)
- Introdução detalhada de Eletroquímica, Nox, oxidação e redução. [Clique aqui](#)
- Balanceamento por Oxirredução #Dica 01 de 05. [Clique aqui](#)
- ENEM- Reação de Oxirredução. [Clique aqui](#)

Professor (a), não costumo usar vídeo aula, prefiro documentários ou entrevistas que mostram os processos químicos na indústria. Existem diversos canais educativos. O ideal é conhecer o público para o qual serão destinados. Para a elaboração de aulas teóricas costumo seguir os documentos norteadores da Secretaria do Estado de Educação do Paraná (SEED-PR): Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE) – Química (para acessar [Clique aqui](#)), Caderno de Expectativas da Aprendizagem – [Clique aqui](#) e os documentos Nacionais. Baseio-me pelas avaliações externas às quais os discentes são submetidos como por exemplo, a Matriz de Referência do ENEM – [Clique aqui](#). Quando da seleção do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2015, o livro didático escolhido para os três anos seguintes foi Química V.1, 2, e 3 – Eduardo Mortimer e Andréa Horta Machado. Utilize o material que você tem às mãos.





## AULA 10

Reações de Oxirredução e aplicações na indústria.

Para esta aula a sugestão é a retomada de conteúdo da Aula 9, resolução de questões do ENEM e Vestibulares da sua região referente ao conteúdo e documentários sobre a aplicação de Eletroquímica na indústria. Nesta aula apresento aos educandos exemplos de reações de oxidação que ocorrem na Química Orgânica, sem aprofundar, somente mostro as possibilidades: oxidação de álcoois, por exemplo.

### SUGESTÕES DE DOCUMENTÁRIOS SOBRE APLICAÇÃO DE ELETROQUÍMICA NA INDÚSTRIA, NO DIA A DIA E QUESTÕES TEÓRICAS DO ENEM:

- A eletroquímica no seu dia a dia. [Clique aqui](#)
- ISI em Eletroquímica e Grupo Boticário. [Clique aqui](#)
- A utilização de novos materiais em dispositivos eletroquímicos. [Clique aqui](#)
- Questões de Eletroquímica. [Clique aqui](#)
- Eletroquímica no ENEM. [Clique aqui](#)
- Questões de Química- Eletroquímica. [Clique aqui](#)
- Caiu no ENEM: Eletroquímica. [Clique aqui](#)

Professor (a), nesta aula disponibilizo um documentário e priorizo a resolução de problemas do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM e questões de Vestibulares dos últimos cinco anos. Preparo uma sequência de problemas para que exercitem sozinhos para sanar eventuais dúvidas. Considero uma boa estratégia pedagógica.



# AULA 11

## Conceito de Pilhas

Nesta aula os educandos são apresentados ao conceito de Pilha. Na minha prática, aqui, faço uma retomada de conteúdo, ou seja, o conceito de Eletroquímica. Cabe também, a definição de Eletricidade, Energia e os tipos de conversão, para que os adolescentes conheçam as energias renováveis e que uma pilha, a partir de reações de oxirredução, transforma a energia química em energia elétrica. É interessante trabalhar, na minha concepção, um breve histórico sobre a invenção da Pilha e a sua importância na evolução da humanidade, culminando na Pilha de Daniell e a evolução destes dispositivos com os diferentes tipos e utilização. Sem deixar de trabalhar o Potencial de Redução ( $E^{\circ}\text{Red}$ ) das semirreações e os danos ambientais que podem acarretar quando descartadas de forma inadequada.

### SUGESTÕES PARA O ESTUDO DAS PILHAS:

- Eletroquímica. [Clique aqui](#)
- Revisão de Eletroquímica. [Clique aqui](#)
- Alessandro Volta e a Bateria. [Clique aqui](#)
- As Pilhas Eletroquímicas. [Clique aqui](#)
- Eletroquímica- Pilhas: Contexto Teórico e Pilha de Daniell. [Clique aqui](#)
- Aula de Química- Rap da Pilha. [Clique aqui](#)
- Eletricidade: Conceitos fundamentais e corrente. [Clique aqui](#)
- Tipos de Energia e Transformação (conservação). [Clique aqui](#)



# AULA 12

## Eletrólise

Nesta aula, o conteúdo de Eletrólise pode ser introduzido teoricamente por meio de slides, aulas expositivas, videoaulas, documentários, reportagens e atividades práticas. Os conceitos sugeridos nesse momento são: definição de eletrólise, a diferença entre pilhas e eletrólise, os tipos de eletrólise, a aplicação da Eletrólise na indústria e as consequências ambientais.

### SUGESTÕES PARA A AULA SOBRE ELETRÓLISE:

#### REPORTAGENS

- Olimpíada de Tóquio pode ter medalha de smartphone reciclado. [Clique aqui](#)
- Empresa da Noruega lucra desmatando a Amazônia legalmente. [Clique aqui](#)
- Novo chip para detectar vírus da dengue é desenvolvido. [Clique aqui](#)

#### DOCUMENTÁRIOS

- Rio 2016- conheça a confecção das medalhas das Olimpíadas. [Clique aqui](#)
- Remoção de ferrugem por eletrólise. [Clique aqui](#)
- O que é galvanização? [Clique aqui](#)
- Fabricação e obtenção do alumínio. [Clique aqui](#)

#### VIDEOAULAS

- Eletrólise – Introdução. [Clique aqui](#)
- Eletrólise conceitos fundamentais. [Clique aqui](#)
- Eletrólise- aplicações, definição e demonstração do processo. [Clique aqui](#)



# AULA 13

## Eletrólise ígnea

Na eletrólise ígnea, uma substância iônica está no estado líquido, ou seja, fundida, sem a presença de água. A palavra “ígnea” vem do latim ígneus, que significa “ardente, inflamado”. Esta aula, assim como a aula 12, é um momento teórico em que você pode empregar diversos recursos pedagógicos, tais como: slides, documentários, reportagens, atividades experimentais e videoaulas.

### SUGESTÕES PARA ELABORAÇÃO DE AULAS SOBRE ELETRÓLISE ÍGNEA:

#### VÍDEO AULAS

- Eletrólise: eletrólise ígnea. [Clique aqui](#)
- Eletrólise ígnea. [Clique aqui](#)
- Eletrólise Ígnea – Curso Alfa. [Clique aqui](#)
- MECFlux – Eletrólise ígnea. [Clique aqui](#)

#### PROBLEMAS TEÓRICOS

- Química para vestibulares. [Clique aqui](#)
- Entenda Exatas – Eletrólise. [Clique aqui](#)



# AULA 14

## Eletrólise em Meio Aquoso

A aula 14 encerra uma sequência de aulas teóricas, porém, contextualizadas com a rotina diária dos jovens. A sugestão é que se inicie as atividades com o conteúdo de Eletrólise em Meio Aquoso, descarga de cátions e ânions nos eletrodos, semirreações no ânodo e cátodo, dissolução de sais em água.

A seguir estão listadas sugestões para a elaboração de sua aula.

### SUGESTÕES PARA A ELABORAÇÃO DE AULA SOBRE ELETRÓLISE EM MEIO AQUOSO:

#### VÍDEO AULAS

- Eletrólise Aquosa. [Clique aqui](#)
- Química – Eletrólise Aquosa. [Clique aqui](#)
- Eletrólise Aquosa do  $\text{CuSO}_4$ . [Clique aqui](#)

Professor (a), as aulas 12, 13 e 14 são mais conteudistas. Observe que em nenhum momento foi oportunizado um roteiro teórico e sim, sugestões de links para a elaboração de aulas. Tenho o hábito de preparar slides, sem deixar de lado as aulas expositivas (quadro e giz), pois considero interessante usar diferentes recursos em uma mesma turma. Como temos um conjunto de três aulas, perceba que procurei disponibilizar documentários, videoaulas, reportagens e páginas contendo problemas que você, educador (a), pode se apropriar da maneira que achar mais lógica de acordo com o seu planejamento. No entanto, deixo como dica a ordem de descarga de cátions e ânions empregada na Eletrólise em Meio Aquoso (Figura 2), assim como a tabela de Potencial de Redução para as pilhas (Figura 3).

**FIGURA 2 – ORDEM DE DESCARGA DE CÁTIONS E ÂNIONS: ELETRÓLISE EM MEIO AQUOSO**

Ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions	Ordem decrescente de facilidade de descarga de ânions
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Au<sup>3+</sup></li> <li>•Pt<sup>2+</sup></li> <li>•Hg<sup>2+</sup></li> <li>•Ag<sup>1+</sup></li> <li>•Cu<sup>2+</sup></li> <li style="text-align: right;">Demais metais</li> <li>•Ni<sup>2+</sup></li> <li>•Cd<sup>2+</sup></li> <li>•Pb<sup>2+</sup></li> <li>•Fe<sup>2+</sup></li> <li>•Zn</li> <li>•Mn<sup>2+</sup></li> <li style="color: red;">•H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ou H<sup>+</sup></li> <li>•Al<sup>3+</sup> Aluminio</li> <li>•Mg<sup>2+</sup></li> <li>•Na<sup>+</sup></li> <li style="text-align: right;">Metais alcalinoterrosos</li> <li>•Ca<sup>2+</sup></li> <li>•Ba<sup>2+</sup></li> <li style="text-align: right;">Metais alcalinos</li> <li>•K<sup>+</sup></li> <li>•Li<sup>+</sup></li> <li>•Cs<sup>+</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cl<sup>-</sup></li> <li>•Br<sup>-</sup></li> <li>•I<sup>-</sup> Ânions não oxigenados e o hidrogenossulfato</li> <li>•HSO<sub>4</sub><sup>-</sup></li> <li style="color: green;">•OH<sup>-</sup></li> <li>•NO<sub>3</sub><sup>-</sup></li> <li>•SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Ânions oxigenados e o fluoreto</li> <li>•ClO<sub>3</sub><sup>-</sup></li> <li>•F<sup>-</sup></li> </ul>

Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise-meio-aquoso.htm>

**FIGURA 3 – TABELA DE POTENCIAIS DE REDUÇÃO (E<sup>0</sup>RED) EM SOLUÇÃO AQUOSA À 25°C (V)**

↑	↓	Li <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	→	Li <sub>(s)</sub>	-3,04	↑
		K <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	→	K <sub>(s)</sub>	-2,94	
		Ca <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Ca <sub>(s)</sub>	-2,87	
		Mg <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Mg <sub>(s)</sub>	-2,36	
		Al <sub>(aq)</sub> <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	→	Al <sub>(s)</sub>	-1,68	
		Zn <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Zn <sub>(s)</sub>	-0,76	
		Fe <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Fe <sub>(s)</sub>	-0,41	
		Ni <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Ni <sub>(s)</sub>	-0,24	
		Sn <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Sn <sub>(s)</sub>	-0,14	
		Pb <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Pb <sub>(s)</sub>	-0,13	
		2 H <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	H <sub>2(g)</sub>	0,00	
		Sn <sub>(aq)</sub> <sup>4+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Sn <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup>	+0,15	
		Cu <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	→	Cu <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup>	+0,16	
		Cu <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	→	Cu <sub>(s)</sub>	+0,34	
		Fe <sub>(aq)</sub> <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	→	Fe <sub>(aq)</sub> <sup>2+</sup>	+0,77	
		Ag <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	→	Ag <sub>(s)</sub>	+0,80	
		Br <sub>2(l)</sub> + 2 e <sup>-</sup>	→	2 Br <sub>(aq)</sub> <sup>-</sup>	+1,10	
		O <sub>2(g)</sub> + 4 H <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup>	→	2 H <sub>2</sub> O	+1,23	
		Cl <sub>2(g)</sub> + 2 e <sup>-</sup>	→	2 Cl <sub>(aq)</sub> <sup>-</sup>	+1,36	
		Au <sub>(aq)</sub> <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	→	Au <sub>(s)</sub>	+1,50	
		F <sub>2(g)</sub> + 2 e <sup>-</sup>	→	2 F <sub>(aq)</sub> <sup>-</sup>	+2,89	
↓	↑					↓

Fonte: <http://ec2-107-21-65-169.compute-1.amazonaws.com/content/ABAAgZsKAH/aula-1>





## MOMENTO

Parte Experimental



## AULA 15

Normas e cuidados no laboratório de Química

Os laboratórios de ensino são espaços de trabalho que não necessariamente são perigosos, mas de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde – CNS 466/2012 acesse [clikando aqui](#) o item V estabelece que: “Toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados. Quanto maiores e mais evidentes os riscos, maiores devem ser os cuidados para minimizá-los e a proteção oferecida pelo Sistema CEP/CONEP aos participantes”. Minhas aulas experimentais, bem como a de outros (as) educadores (a), não são destinadas à pesquisa e sim, a reprodução de experimentos listados na literatura com a finalidade de integrar o conhecimento teórico e prático. Para tanto são tomadas certas precauções, ou seja, estabelece-se Normas e Cuidados para proteger a todos que utilizem estes espaços (p. 2).

### SUGESTÕES PARA A AULA 15 – NORMAS E CUIDADOS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA

- Segurança no Laboratório de Química e apresentação de vidrarias. [Clique aqui](#)
- Regras de segurança no laboratório. [Clique aqui](#)
- Normas de Segurança em Laboratório de Química. [Clique aqui](#)
- Norma brasileira ABNT NBR 14725 – 1. [Clique aqui](#)
- TECAM Laboratórios. [Clique aqui](#)
- ABNT NBR 18801-10. [Clique aqui](#)
- Revista CIPA. [Clique aqui](#)



# AULA 16

## EXPERIMENTO I: Corrosão do Ferro<sup>2</sup>

### OBJETIVOS:

- Demonstrar a reação de oxidação do ferro
- Verificar as mudanças do estado de oxidação do ferro durante a formação da ferrugem.
- Analisar os prováveis impactos ambientais causados pelo ferro.

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 tubos de ensaio.</li><li>• 1 suporte para tubos de ensaio.</li><li>• 1 caneta para retroprojektor.</li><li>• 30 cm de barbante de algodão (opcional).</li><li>• 1 rolo de fita crepe (opcional).</li><li>• 1 tesoura (opcional).</li><li>• 1 pinça metálica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 pregos [dimensões: 20x42 (JPxLPP) ou 4.4mmx96.6mm com cabeça].</li><li>• 3 mL de água de torneira.</li><li>• 3 mL de vinagre.</li><li>• 3 mL de óleo de cozinha.</li><li>• 3 mL de solução aquosa saturada de cloreto de sódio (NaCl).</li><li>• 1 mL de detergente líquido acrescidos de 2mL de água .</li><li>• Ar atmosférico (tubo de ensaio vazio).</li></ul>

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

- Com a caneta para retroprojektor enumere os tubos de ensaio de 1 a 6 (Figura 1).
- Sugestão para organizar os tubos de ensaio: tubo 1 – vinagre; tubo 2 – água de torneira; tubo 3 – solução aquosa saturada de cloreto de sódio; tubo 4 – prepare a solução adicionando 1 mL de detergente líquido à 2mL de água de torneira; tubo 5 – óleo de cozinha; tubo 6 – ar atmosférico (tubo vazio).
- Com o auxílio da pinça metálica, introduza os pregos em cada tubo de ensaio. Caso considere necessário recorte com a tesoura cerca de 5 cm para cada prego e amarre os pregos em 6 pedaços de barbante de algodão e distribua-os em cada tubo de ensaio; com a fita crepe (3 cm aproximadamente) cole os barbantes nas paredes dos tubos.
- Peça para que cada equipe anote o aspecto dos pregos, dos líquidos, das soluções inicialmente e do tubo aparentemente vazio.
- Deixe por sete dias em repouso em algum local do laboratório.
- Decorrido este período, observe com os alunos o aspecto dos líquidos, das soluções e dos pregos.

Figura 4 – Sequência de diferentes meios reacionais



Como sugestão para que o aluno possa anotar suas observações no decorrer do experimento (7 dias), segue a Atividade 4.

<sup>2</sup> O Experimento I pode ser acessado [clikando aqui](#). Para esta SD foram realizadas adequações.

\*JP: Jouge de Paris; LPP: Linha de Polegadas Portuguesas. [Clique aqui](#)

# ATIVIDADE 4

## CORROSÃO DO FERRO

1. Anote na Tabela 2 as observações após 7 dias.

**TABELA 2 – OBSERVAÇÕES REALIZADAS NO EXPERIMENTO I.**

TUBO DE ENSAIO	LÍQUIDOS	OBSERVAÇÕES	
		LÍQUIDO/AR	SUPERFÍCIE DO FERRO
1	Vinagre		
2	Água da torneira		
3	Água e sal		
4	Detergente líquido		
5	Óleo de cozinha		
6	Sem líquido (ar)		

2. Qual foi o meio mais agressivo e o meio menos agressivo para o prego? Por quê?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Observação: A Tabela 2 deverá ser completada após o período de sete (7) dias.





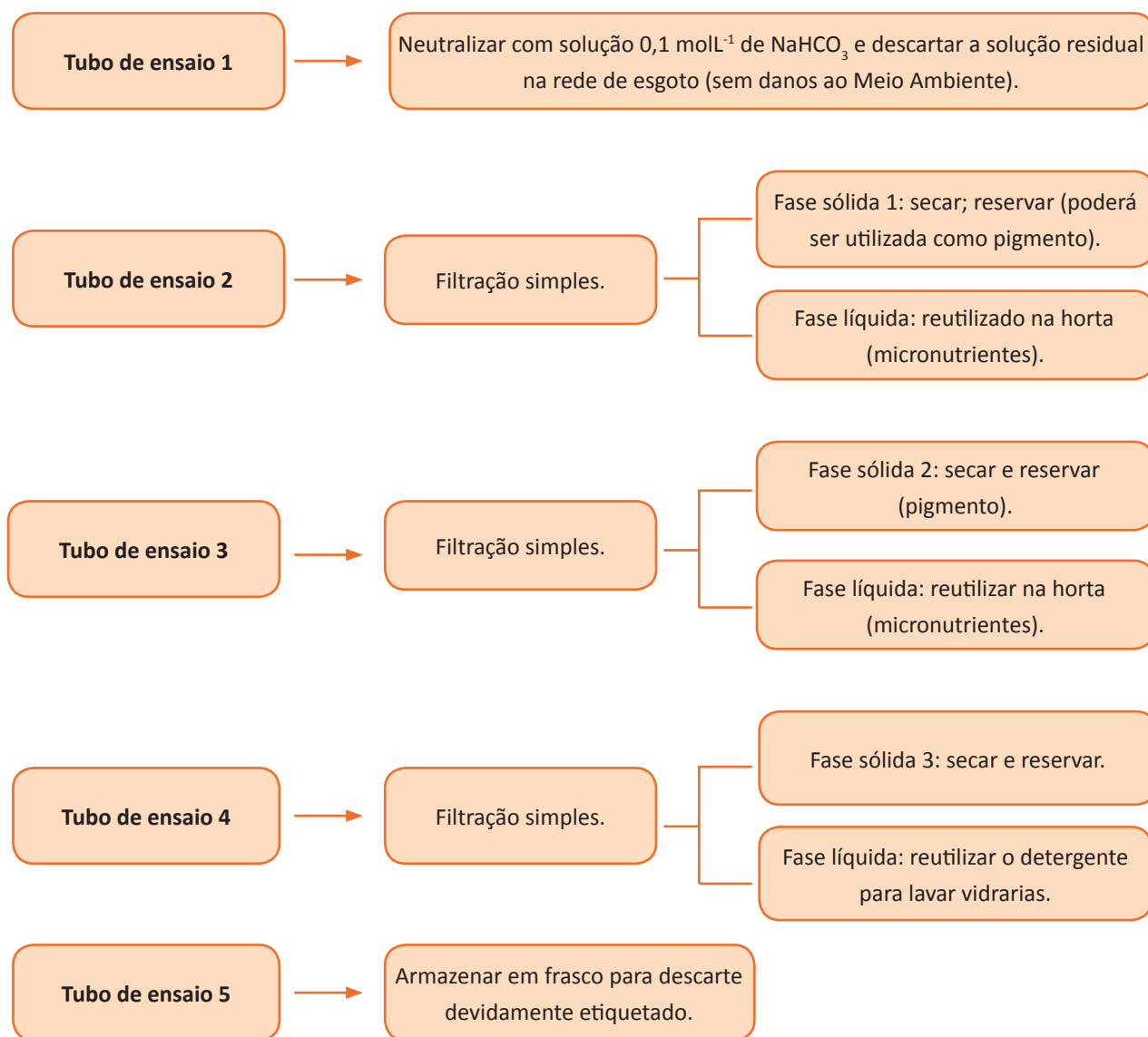
# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

## Experimento I – Corrosão do Ferro

A produção de resíduos químicos em aulas experimentais de ensino médio e cursos profissionalizantes no Brasil é assunto pouco discutido, uma vez que o volume produzido por unidade de ensino é considerado pequeno e diversas vezes irrelevante. Todavia, existem no país centenas de laboratórios deste tipo e o montante de resíduos produzidos deve ser considerado como potencial fonte emissora destes rejeitos para o meio ambiente via rede de esgoto (FARIA, OLIVEIRA e SANTOS, 2010).

Na atividade 4, são produzidas pequenas quantidades de resíduos. As reações ocorreram em tubos de ensaio, com a menor quantidade possível de reagentes e o pH pode influenciar a corrosão, não havendo uma relação igual para todos os meios e metais. Ressalta-se que neste experimento as reações ocorreram com o ferro (pregos). Segue na Figura 4 sugestões de tratamento ou descarte dos rejeitos químicos produzidos na aula experimental.

**FIGURA 4 – TRATAMENTO E DESTINAÇÃO RESÍDUOS SÓLIDO**



Os pregos oxidados foram lavados com solução de ácido acético comercial (vinagre). O resíduo pode ser filtrado, seco em estufa ou a temperatura ambiente e acrescentado as fases sólidas 1, 2 e 3, obtidas a partir da separação realizada nos tubos 2 e 3, respectivamente e pode ser usado como pigmento para as aulas de Arte ou em outras aulas. Por sua vez, os pregos “limpos” podem ser reutilizados em outros experimentos ou para manutenção na escola. Resumidamente, temos a Figura 5.

**FIGURA 5** – RESUMO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS – EXPERIMENTO I



Professor (a), para o preparo da solução  $0,1 \text{ molL}^{-1}$  de  $\text{NaHCO}_3$  você pode usar o roteiro experimental elaborado pelo PIBID da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM. [Clique aqui](#). No entanto, você pode se apropriar da referência que preferir



# QUESTÃO INVESTIGATIVA 1

Será que a armadura do Homem de Ferro sofre corrosão?

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A corrosão é um fenômeno químico espontâneo e presente em nosso cotidiano. Esse processo pode ser definido como o fenômeno resultante da ação química ou eletroquímica de um meio sobre um determinado material (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011). Ocorre porque os metais, exceto o ouro (Au) e a platina (Pt), apresentam potenciais de oxidação maiores que o potencial de oxidação do oxigênio ( $O_2$ ), sendo assim, perdem elétrons para o oxigênio do ar. Para Gentil (2003), a corrosão está diretamente relacionada com metais, no entanto, pode ocorrer em polímeros e concretos, que são classificados como materiais ametálicos.

A corrosão pode ocorrer de três tipos: química, eletroquímica e eletrolítica. Para esse experimento a discussão será entorno da corrosão eletroquímica, a qual envolve reações de oxirredução que transformam os metais em óxidos e outros compostos, pois ocorrem com transferência de elétrons. A corrosão eletroquímica é a mais frequente no Meio Ambiente (FOGAÇA, 2017).

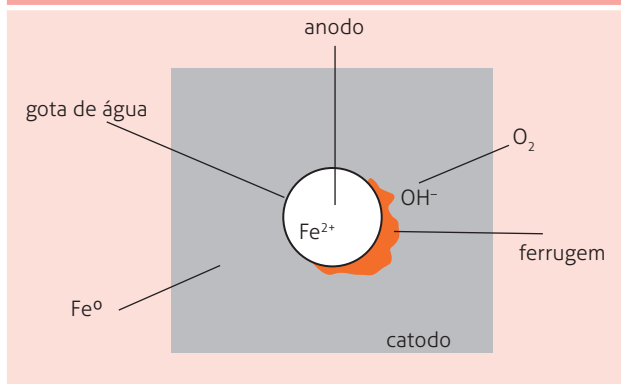
A espécie química que sofre oxidação perde elétrons, por sua vez, quem sofre redução ganha elétrons. Na reação de oxirredução ocorre a transferência de elétrons entre os átomos envolvidos. Geralmente, a corrosão ocorre provocada pelo oxigênio do ar e umidade (FOGAÇA, 2017). Como pode ser observado na Figura 7 a e b.



Figura 7 – Homem de Ferro (Marvel Comics)

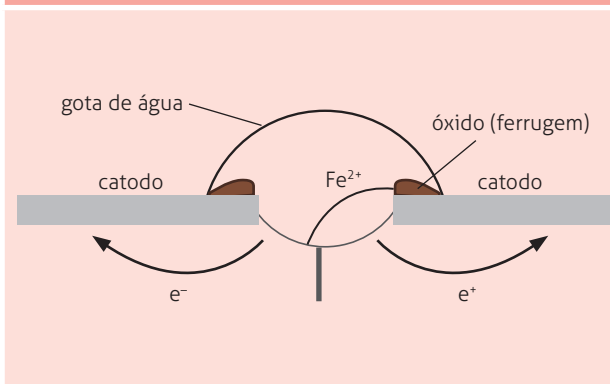
Fonte: <http://ultramegacomik.blogspot.com.br/2015/10/homem-de-ferro.html>

Figura 7.a – Corrosão do Ferro (Fe) em meio aquoso



Fonte: <http://www.profpc.com.br/eletroqu%C3%ADmica.htm>

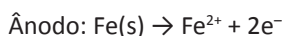
Figura 7.b – Corrosão do Ferro (Fe) em meio aquoso



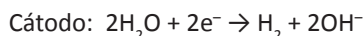
Fonte: <http://www.profpc.com.br/eletroqu%C3%ADmica.htm>



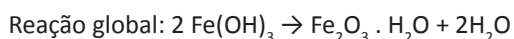
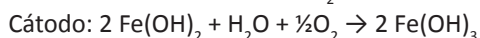
A formação da ferrugem (Figuras 7 a e b) ocorre por meio de uma pilha entre o metal e a água no meio atmosférico. A superfície do metal ( $\text{Fe}^0$ ) é o catodo e o centro da gota é o ânodo. Onde a gota está presente existirá a oxidação do ferro e na superfície ocorrerá a redução do hidrogênio da água para formar hidrogênio gasoso. Assim, ocorrerá um fluxo de elétrons saindo do anodo e se espalhando para toda superfície metálica (MERÇON, GUIMARÃES E MAINIER, 2004):



Simultaneamente, ocorre a redução da água no cátodo:



Dessa maneira, têm-se a formação do hidróxido ferroso ( $\text{Fe(OH)}_2$ ), que em presença de oxigênio é oxidado a hidróxido de ferro III ( $\text{Fe(OH)}_3$ ) por ser mais estável, porém, esse composto, posteriormente, perde água e se transforma no óxido de ferro (III) mono-hidratado ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), ou seja, acontece a formação da ferrugem, segundo as reações (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004):



## RESPONDENDO À PERGUNTA INVESTIGATIVA: SERÁ QUE A ARMADURA DO HOMEM DE FERRO SOFRE CORROSÃO?

Segundo informações disponíveis na página do Universo Marvel (acesse [clikando aqui](#)), Homem de Ferro conta a história de Tony Stark, o milionário herdeiro das Indústrias Stark, conhecida por fabricar os melhores armamentos militares do mundo. Ele é um gênio e conhecido por seu comportamento de playboy. De repente, Tony, se torna vítima da própria criação, por isso, decide salvar o mundo das armas criadas por ele, constrói uma de suas maiores invenções, uma armadura com uma inusitada combinação de titânio (Ti) e ouro (Au) que possui ainda, um dispositivo radioativo que substituiu seu coração, tornando-se meio-homem meio-máquina, lutando contra o que ele mesmo havia construído (CARMINATI, 2012).

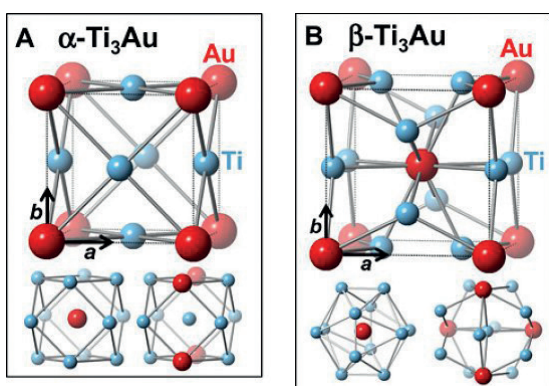
A superliga “criada”, na ficção, por Tony Stark na realidade, é uma liga metálica muito dura, ou seja, quatro vezes mais dura que o titânio puro, esse metal tem grande empregabilidade em próteses médicas de quadril e joelhos. O titânio é resistente ao desgaste e biocompatível (MOROSAN, 2016). Para sintetizar a liga são necessários a proporção 3:1 Ti/Au, a liga ainda tem um custo considerado alto para o mercado de próteses, pois o ouro é um metal com alto valor de comercial (MOROSAN, 2016).

A pesquisadora Emília Morosan, da Universidade de Rice (EUA), juntamente com alunos, estudou a forma cristalina da liga beta – Ti/Au (Figura 8 B) que é a estrutura com uma tenacidade<sup>3</sup> quatro vezes maior que a do titânio puro. Por sua vez o ouro, é um metal maleável, no entanto, devido as propriedades físico – químicas, não sofre oxidação.

---

3 Tenacidade dos Materiais é a capacidade de um material absorver energia até o momento da fratura é denominado de tenacidade. Já o módulo de tenacidade expressa à energia absorvida por unidade de volume, desde o início do ensaio de tração até a fratura do corpo de prova. Disponível em <<http://cermat.ufsc.br/wp-content/uploads/2015/03/APOSTILA-DO-LABORATORIO-DE-PROPRIEDADES-MEC-160315.pdf>>

Figura 8 – Estrutura Cristalina: A)  $\alpha$ -Ti<sub>3</sub>Au e B)  $\beta$ -Ti<sub>3</sub>Au



Fonte: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=super-liga-metalica-quatro-vezes-mais-dura-titanio&id=010170160725#.WWurHojytPZ>

Ainda segundo Morosan, “a temperaturas mais baixas, os átomos tendem a se organizar em outra estrutura cúbica - a forma alfa do titânio-3-ouro. A estrutura alfa é um pouco mais mole do que o titânio puro, o que é típico quando se adiciona um metal mais maleável, como o ouro, a outro”.

A partir das análises da estrutura representada na Figura 8 B e das características dos metais titânio (Ti) e ouro (Au), é possível prever que a armadura do Homem de Ferro provavelmente não sofreria corrosão, pois a superliga que compõe o traje do Super Herói da Marvel apresenta alta tenacidade e resistência a corrosão. Como mencionado anteriormente, todos os metais sofrem corrosão, exceto ouro e platina. O titânio é tem sido utilizado em próteses odontológicas ou ortopédicas por sua alta resistência à corrosão, baixa densidade, alta resistência mecânica, alta ductibilidade (WANG, FENTON, 1996 apud BAUER, 2007). Uma superliga composta por esses dois metais (ouro e titânio), provavelmente não sofrerá corrosão.

## SUGESTÕES DE AULAS EXPERIMENTAIS SOBRE CORROSÃO DE METAIS

- Sistemas Experimentais para o Estudo da Corrosão em Metais. [Clique aqui](#)
- Química e Arte: corrosão dos metais. [Clique aqui](#)
- Corrosão do Ferro. [Clique aqui](#)
- Corrosão dos Metais. [Clique aqui](#)

Professor (a), a ideia de usar o Super Herói Homem de Ferro como ponto de partida para a pergunta investigativa surgiu de conversas e do conhecer os adolescentes com os quais trabalho, os quais, curtem muito este personagem. Você pode criar outras perguntas investigativas, como por exemplo, utilizar outros Super Heróis, um problema ambiental na região da escola ou no seu Estado, enfim, a autonomia é sua e aqui são apresentadas sugestões para a elaboração de aulas.



# AULA 17

## EXPERIMENTO II – Eletrólise por 5 centavos<sup>4</sup>

### OBJETIVOS:

- Identificar uma reação de oxirredução não espontânea;
- Relacionar eletrólise com o procedimento de banho de metais;
- Identificar as aplicações da eletrólise.

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 par de garras tipo jacaré 8 mm (1 garra na cor preta e a outra garra na cor vermelha).</li><li>• 1 par de cabo de ligação (vermelho/preto) para garra tipo jacaré - diâmetro do cabo 2,5 mm<sup>2</sup> (cerca de 20 cm para cada cabo).</li><li>• 1 fonte de corrente elétrica (pilha de 9V).</li><li>• 2 copos de béquer de 50 mL.</li><li>• 1 clipe metálico para papel 2/0</li><li>• 10 cm x 10 cm de lixa ferro 40 grãos.</li><li>• Fita crepe (opcional).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 placa de zinco metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm).</li><li>• 1 placa de cobre metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm).</li><li>• 10 mL de solução 0,1 molL<sup>-1</sup> de ácido clorídrico (HCl)*.</li><li>• 10 mL de solução 0,1 molL<sup>-1</sup> de hidróxido de sódio (NaOH)*.</li><li>• 1 moeda de 5 centavos de cobre).</li></ul>



### SEGURANÇA

Neste experimento devem ser seguidas as seguintes regras de segurança (p. 6 e 7):

- Estar na presença do professor;
- Utilizar luvas de látex;
- Utilizar jaleco de algodão para laboratório;
- Ser cuidadoso ao manusear os reagentes.

4

O experimento II é uma adaptação de um roteiro elaborado pelo Prof. Ricardo Honda. [Clique aqui](#)

\* Para o preparo das soluções 0,1 mol · L<sup>-1</sup> de NaOH e 0,1 mol · L<sup>-1</sup> de HCl [acesse aqui](#).

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

- a. Lixe muito bem a placa de zinco metálico.
- b. Em um béquer de 50 mL, coloque em torno de 10 mL de solução aquosa de HCl  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- c. Coloque a placa de zinco metálico lixada dentro do béquer com HCl e anote suas observações (tabela 3). Espere 25 minutos para iniciar a eletrólise.
- d. Enquanto você espera os 25 minutos para iniciar a eletrólise, lixe muito bem uma moeda de 5 centavos (de cobre) e a placa de cobre metálico. Deixe conectado os fios condutores na bateria de 9V (caso precise, prenda os fios com o auxílio de uma fita crepe).
- e. Após passados os 25 minutos da reação da placa de zinco metálico com a solução aquosa de ácido clorídrico, prenda a moeda de 5 centavos a um clipe. Mergulhe a moeda na solução e verifique se ocorreu alguma mudança (sem a presença de corrente elétrica). Anote suas observações na tabela 3.
- f. Conecte os cabos de ligação com os “jacarés” na placa de zinco e no clipe (que estará segurando a moeda de 5 centavos – Figura 5).
- g. Limpe a moeda numa solução aquosa de hidróxido de sódio  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Observe e anote os resultados na tabela 3.
- h. Pressione o seu dedo contra a placa de cobre metálico a fim de marcar a sua digital.
- i. Conecte os cabos de ligação com os “jacarés” na placa de zinco e na placa de cobre.
- j. Limpe a placa de cobre numa solução aquosa de NaOH  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Observe e anote os resultados.

Figura 9 – Eletrólise com uma moeda de 5 centavos



Fonte: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/eletrolise-por-5-centavos/406>

# ATIVIDADE 5

## ELETRÓLISE POR 5 CENTAVOS

1. Anote as observações realizadas no experimento na tabela 3.

**TABELA 3 – OBSERVAÇÕES REFERENTES AO EXPERIMENTO II**

ITEM DO EXPERIMENTO II	OBSERVAÇÕES REALIZADAS
c	
e	
g	
j	

2. Nesse experimento, por que foi necessária aguardar cerca de 25 minutos para que ocorresse a reação entre a placa de zinco metálico e a solução aquosa de ácido clorídrico?

---

---

---

---

3. Com base na reatividade dos metais, explique se houve reação da moeda de cobre no item “e” do procedimento experimental quando da ausência de corrente elétrica? E o que aconteceu após o fornecimento de corrente elétrica?

---

---

---

---

4. Justifique, a (s) diferença (s) entre pilha e eletrólise de acordo com a espontaneidade das reações e as respectivas transformações de energia.

---

---

---

---



# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

## Experimento II – Eletrólise por 5 centavos

Segundo Valle (1995) com a adoção de tecnologias limpas, os processos produtivos utilizados na empresa devem passar por uma reavaliação e podem sofrer modificações que resultem em:

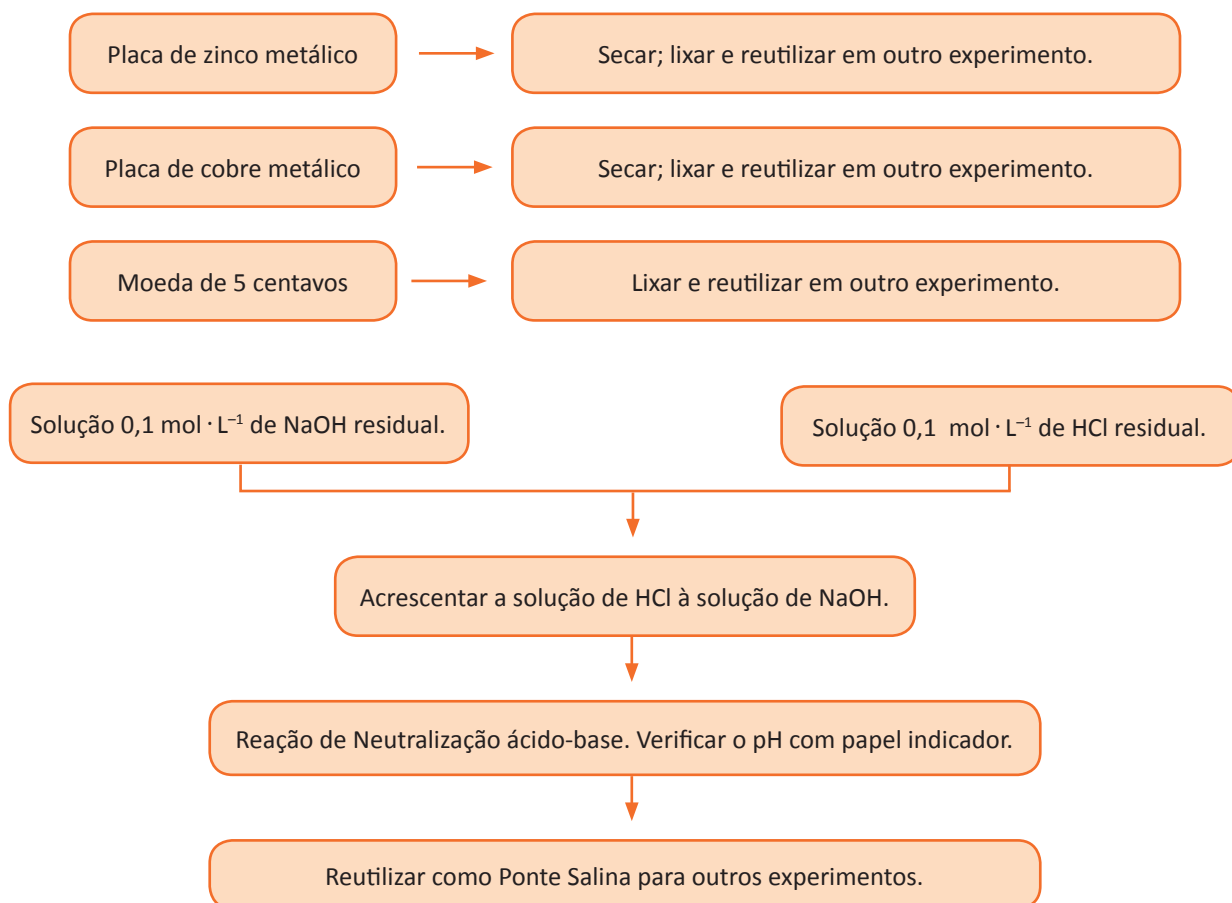
- Eliminação do uso de matérias-primas e de insumos que contenham substâncias perigosas;
- Otimização das reações químicas, tendo como resultado a minimização do uso de matéria primas e redução, no possível, da geração de resíduos;
- Segregação na origem, dos resíduos perigosos e não perigosos;
- Eliminação de vazamentos e perdas no processo;

- Promoção e estímulo ao reaproveitamento e a reciclagem interna;
- Integração o processo produtivo em um ciclo que também inclua as alternativas para a destruição dos resíduos e a maximização futura do reaproveitamento dos produtos.

Neste contexto, a atividade experimental Eletrólise por 5 centavos foi adaptada para que ocorresse uma redução na quantidade de resíduos gerados.

Professor (a), a Figura 8 é uma sugestão de tratamento e descarte dos rejeitos produzidos na aula.

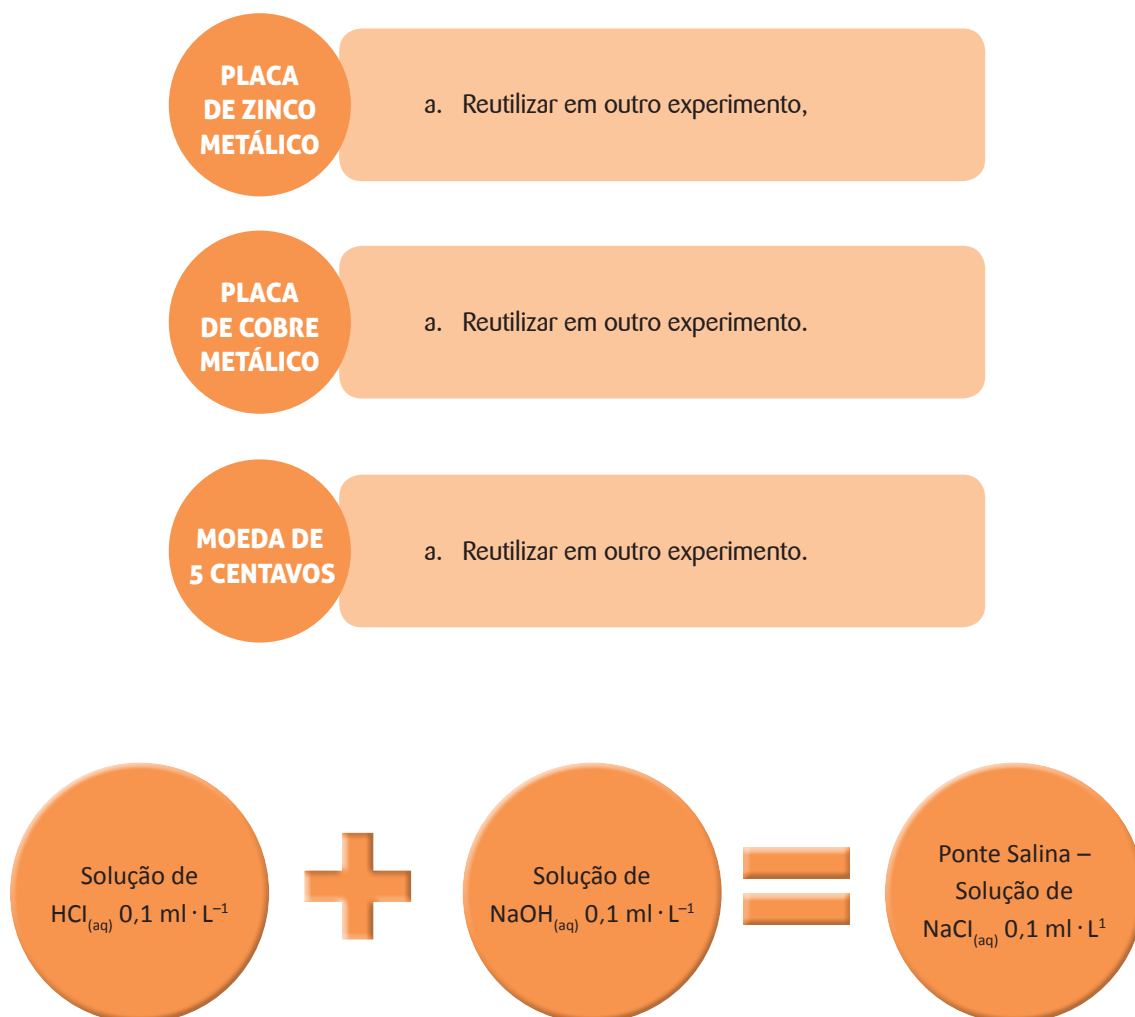
Figura 10 – Gerenciamento dos Resíduos produzidos na aula Eletrólise por 5 centavos





Resumindo as etapas de gerenciamento de resíduos produzidos na atividade experimental Eletrólise por 5 centavos, tem-se a Figura 11:

**Figura 11** – Resumo das etapas de gerenciamento de resíduos produzidos no Experimento II





## QUESTÃO INVESTIGATIVA 2

### Do que são feitas as moedas?

#### INTRODUÇÃO

Eletrólise (do grego *elektró* = eletricidade e *lisis* = solução) é a definição dada ao processo eletroquímico no qual ocorre uma reação de oxirredução provocada por uma corrente elétrica de forma não espontânea, proveniente de um gerador, normalmente, uma pilha.

Em uma reação de oxirredução ocorre a transferência de elétrons entre os átomos do sistema. Em soluções eletrolíticas, o processo se dá na passagem de corrente elétrica através de um sistema líquido com íons presentes, gerando, dessa maneira, reações químicas.

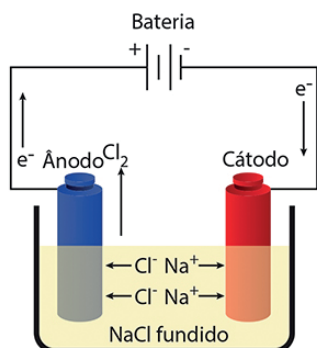
A Eletrólise acontece de duas maneiras, dependendo de como a substância é submetida à corrente elétrica: eletrólise ígnea e eletrólise aquosa.

- Eletrólise ígnea

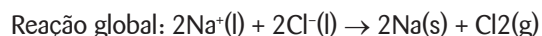
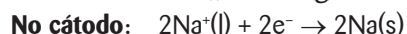
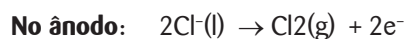
Na eletrólise ígnea, o processo ocorre sem a presença de água e a passagem da corrente elétrica acontece em uma substância iônica no estado sólido, devido a descarga elétrica, têm a fusão e o sólido iônico passa para o estado líquido (Figura 12).

Este é um tipo de reação bastante utilizada na indústria, destacando-se a produção de metais como exemplo, o alumínio a partir da bauxita.

Figura 12 – Eletrólise Ígnea do NaCl(s)



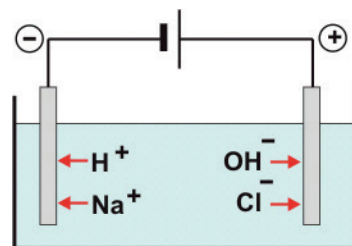
As reações que ocorrem no cátodo (polo negativo) e no ânodo (polo positivo), podem ser observadas a seguir:



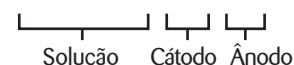
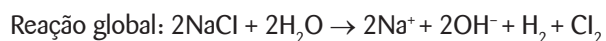
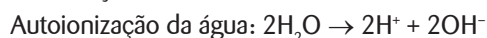
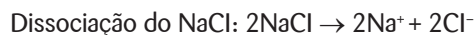
- Eletrólise aquosa

Na eletrólise aquosa, a passagem elétrica ocorre através de um líquido condutor. Nesta forma de eletrólise, somente um dos cátions e um dos ânions participam da reação. O hidróxido de sódio, o gás hidrogênio e o gás cloro são produzidos na eletrólise do cloreto de sódio em meio aquoso (Figura 13).

Figura 13 – Eletrólise em meio aquoso do NaCl(aq)



As reações que acontecem no cátodo e no ânodo, podem conferidas a seguir:



## RESPONDENDO À PERGUNTA INVESTIGATIVA: DO QUE SÃO FEITAS AS MOEDAS?

No experimento II: Eletrólise por 5 centavos, a moeda substituiu a placa de cobre confirmando a presença do metal na composição da moeda e ainda, notamos que o zinco se depositou sobre a mesma quando o processo foi submetido a uma corrente elétrica. Mas qual a composição química da moeda de 5 centavos e de outras moedas?

De acordo com a página da Casa da Moeda do Brasil (acesse [clique aqui](#)), o processo de fabricação das moedas passa por etapas de eletrodeposição (semelhante ao que ocorreu no experimento) de discos, cunhagem, contagem e embalagem. É utilizado na composição uma variedade de substâncias químicas, entre eles estão: Ni, Aço (Fe + C), Bronze (Sn + Cu).

A moeda de 5 centavos em particular, é composta por aço (Fe + C) revestida de cobre que dá o aspecto avermelhado à moeda. As moedas de 1 centavo, possui a mesma composição que a moeda de 5 centavos (Tabela 4).

As composições químicas das moedas explicam porque são mais resistentes que as cédulas. As notas são feitas com papel especial e as moedas, como justificado, são compostas por metais e ligas metálicas, ou seja, as notas ficam velhas e se rasgam com facilidade e as moedas passam apenas por um escurecimento (oxidação).

### OUTRAS SUGESTÕES DE LINKS PARA SE TRABALHAR A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MOEDAS NACIONAIS:

- De que são feitas as moedas do Brasil? [Clique aqui](#)
- Moedas do plano real: composição química. [Clique aqui](#)
- Veja como são feitas as cédulas e as moedas do dinheiro brasileiro. [Clique aqui](#)

**Tabela 4** – Ligas Metálicas presentes nas Moedas Nacionais

VALOR DA MOEDA	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
 <p>Moeda de 1 Centavo</p>	Aço revestido de cobre (Cu).
 <p>Moeda de 5 Centavos</p>	
 <p>Moeda de 10 Centavos</p>	Aço revestido com bronze (Cu +Sn).
 <p>Moeda de 25 Centavos</p>	
 <p>Moeda de 50 Centavos</p>	Liga metálica de cobre (Cu) e níquel (Ni).
 <p>Moeda de 1 Real</p>	Liga metálica de Cobre, Níquel, Estanho e Prata: Cu + Ni + Sn + Ag.



# AULA 18

## EXPERIMENTO III: Redução do Manganês<sup>5</sup>

Esta aula tem por finalidade verificar os diferentes estados de oxidação do elemento químico manganês (Mn). Para tanto, a sugestão é a disponibilidade do artigo publicado na seção Elemento Químico da Revista Química Nova na Escola de 2012 (acesse clicando aqui), neste consta histórico, propriedades físico-químicas e a importância deste elemento. Para esta aula, elaborei uma apresentação em slides a partir do artigo citado.

### OBJETIVOS:

- Demonstrar a variação do estado de oxidação do manganês através de reação de redox.
- Apresentar as reduções sofridas pelo permanganato, quando este se encontra em meio alcalino contendo açúcar.

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 garrafa PET 250 mL ou uma proveta de 250 mL.</li><li>• 4 copos de béquer 100 mL.</li><li>• 2 Bastões de vidro.</li><li>• 2 espátulas de metal ou colheres plásticas.</li><li>• 1 funil de filtração simples de vidro ou plástico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 g de permanganato de potássio (<math>\text{KMnO}_4</math>) + 100 mL de água.</li><li>• 2g de Hidróxido de sódio (<math>\text{NaOH}</math>) + 40 mL de água.</li><li>• 4 g de Açúcar (<math>\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{12}</math>)</li></ul>



### SEGURANÇA

Neste experimento devem ser seguidas as seguintes regras de segurança (p. 6 e 7):

- Estar na presença do professor;
- Utilizar luvas de látex;
- Utilizar jaleco de algodão para laboratório;
- Ser cuidadoso ao manusear os reagentes.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

### 1. PREPARO DA SOLUÇÃO 1

- a. Prepare uma etiqueta anotando “solução 1” e cole na lateral de um dos copos de béquer.
- b. Adicione o permanganato de potássio.
- c. Adicione 100 mL de água.
- d. Agite bem a solução com o auxílio de um bastão de vidro até que a mistura fique homogênea.
- e. A solução preparada terá uma coloração violeta.

### 2. PREPARO DA SOLUÇÃO 2

- a. Prepare outra etiqueta anotando “solução 2” e cole na lateral do outro copo de béquer.
- b. Adicione 60 mL de água.
- c. Em seguida, adicione o hidróxido de sódio com muito cuidado.
- d. Agite a solução com o auxílio de um bastão de vidro até que a mistura se torne homogênea.
- e. Após homogeneizar, adicione cerca de 4 g de açúcar à mistura de água e hidróxido de sódio.
- f. Agite novamente com o auxílio do bastão de vidro até que a mistura se torne homogênea.
- g. A solução preparada será incolor.

### 3. PREPARO DA SOLUÇÃO 3

- a. A solução 3 é produzida a partir da mistura da solução 1 e solução 2.
- b. Acrescente as soluções 1 e 2, com o auxílio de funil simples, a garrafa PET de 250 mL ou proveta de 250 mL.
- c. Caso opte por utilizar a garrafa PET: adicione as soluções 1 e 2 na garrafa; feche bem e agite. Se utilizar a proveta, acrescente as soluções à mesma e agite vigorosamente com um bastão de vidro.
- d. Anote as observações na Tabela 5.



# ATIVIDADE 6

## OXIDAÇÃO DO MANGANÊS

Observe as mudanças de coloração e a reação de redução do manganês ao longo do experimento e preencha a tabela abaixo.

**TABELA 5 – OBSERVAÇÕES REFERENTES AO EXPERIMENTO III**

O QUE ACONTECE QUANDO:	COR	SEMIRREAÇÕES	ESTADO DE OXIDAÇÃO DO MANGANÊS (Mn)
Solução 1: Adiciona-se $\text{KMnO}_4$ e $\text{H}_2\text{O}$		$\text{KMnO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}(\text{aq})^+ + \text{MnO}_4(\text{aq})^-$	
Solução 2: Adiciona-se $\text{NaOH}$ e $\text{H}_2\text{O}$		$\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	
Solução 2: Adiciona-se açúcar		$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq}) \rightarrow \text{elétrons}$	
		$\text{MnO}_4(\text{aq})^- + \text{elétron} \rightarrow \text{MnO}_4(\text{aq})^{-2}$	
		$\text{MnO}_4^{-2}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s})$	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

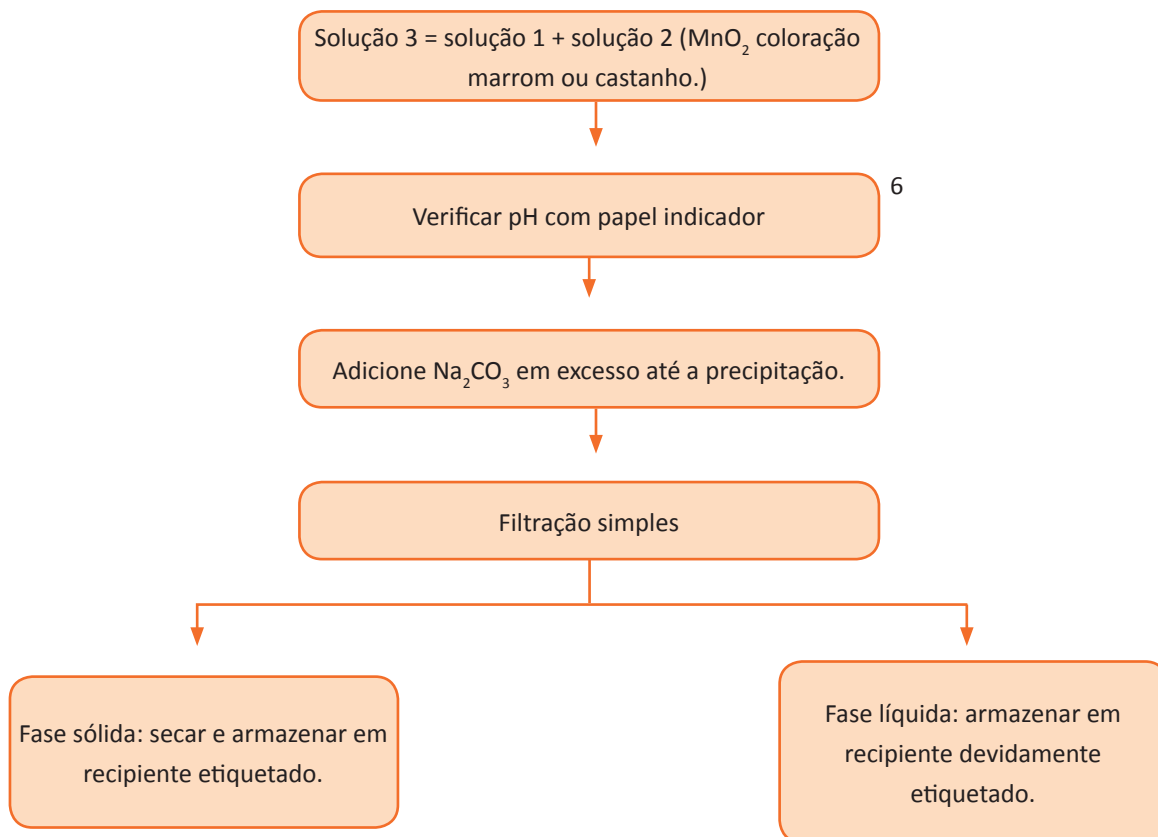
---



# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

## Experimento III – Redução do Manganês

Figura 14 – Gerenciamento de Resíduos: Experimento III



Professor (a), o manganês é um metal distribuído nos ambientes geológicos na forma de óxido, hidróxido, silicatos e carbonatos. Porém, os óxidos constituem as mais importantes fontes comerciais, tais como: pirolusita (MnO<sub>2</sub>) e uma forma coloidal, psilomelana, manganita (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O) e hausmannita - Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (COSTA e FIGUEIREDO, 2001 apud QUEIROZ, 2013). Além de sua importância econômica, ele também é considerado substância essencial para praticamente todas as espécies. Afinal, sua forma iônica é essencial para o funcionamento de muitas enzimas envolvidas na produção de energia, na formação dos ossos e metabolismo de lipídeos e carboidratos (MELO, 2014).

Para este experimento, preocupou-se em usar a menor quantidade possível de  $\text{KMnO}_4$ , pois, após a realização da atividade prática os resíduos formados não podem ser reutilizados (não encontrei nenhuma referência literária). O CONAMA 410/2011 estabelece um nível aceitável para descarte de Mn o limite de 10 mg/L. No entanto, não foi possível quantificar em laboratório da Educação Básica. Desta maneira, considerei a opção de armazenar e eventualmente realizar a análise para talvez, um posterior descarte na rede de esgoto.

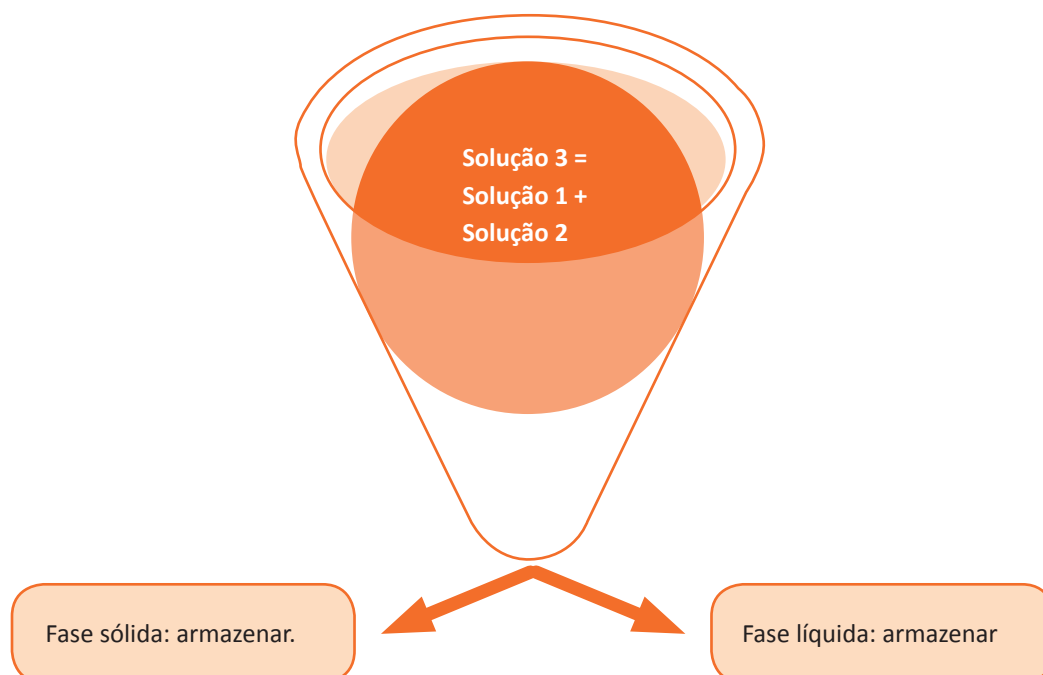
Para precipitar o  $\text{MnCO}_3$ , utilizei como referência o roteiro proposto em uma Tese de Doutorado que pode ser acessada [clique aqui](#). Maiores informações sobre o carbonato de manganês acesse a Ficha FISPQ disponível na página 4 desta Sequência Didática.

### SUGESTÕES DE OUTROS EXPERIMENTOS COM REAÇÕES DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO:

- Semáforo Químico. [Clique aqui](#)
- Experimentos como estratégia de aprendizagem de processos de oxidação-redução: uma análise da linguagem química. [Clique aqui](#)

Resumindo a produção e tratamento de resíduos, tem-se (Figura 15):

**Figura 15** – Resumo do Gerenciamento de Resíduos: Experimento III





## QUESTÃO INVESTIGATIVA 3

### O que acontece com o manganês?

#### INTRODUÇÃO

“As cores são ações e paixões da luz”, disse o escritor (e estudioso de cores) Johann Wolfgang von Goethe (FERREIRA, 2010).

Sem dúvida, se nos privassem da cor, perderíamos a eficiência da dimensão e discriminação das coisas. A percepção da cor ocorre em três estágios diferentes, cada qual envolvendo processos complexos: excitação de diferentes tipos de células da retina dos nossos olhos pela luz visível a valores de comprimento de onda distintos, transmissão do impulso nervoso ao cérebro através do nervo ótico e interpretação do sinal que chega ao córtex cerebral. O cérebro determina a cor analisando a sensibilização de cada tipo de célula da retina (SOUZA, 2015).

A cor é um fenômeno físico-químico que resulta da interação entre a radiação eletromagnética na zona do visível e a matéria. O ser humano consegue ver nesse intervalo de valores de

comprimento de onda que corresponde a diferentes cores, entre o violeta e o vermelho, num contínuo como o arco-íris, sendo que a mistura constitui a luz branca. Sendo um tema apaixonante tanto para a Ciência como para a Arte e a sua percepção, a cor é uma característica da experiência humana da qual, na realidade, sabemos muito pouco (FRANCK, 2015).

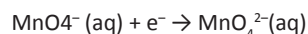
No experimento III - Redução do Manganês ocorre alteração do número de oxidação (NOX) devido a reações de redox que ocorrem com transferência de elétrons, ou seja, tem-se espécies que recebem elétrons e outras que perdem elétrons.

As reações podem ser verificadas visualmente devido à mudança de coloração da solução enquanto ocorre a variação do NOX do manganês (Mn).

#### RESPONDENDO À PERGUNTA INVESTIGATIVA: O QUE ACONTECE COM O MANGANÊS?

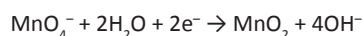
No experimento proposto observa-se as reduções sofridas pelo permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), quando o sal se encontra em meio alcalino ( $\text{NaOH}$ ) contendo açúcar ( $\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$ ). Isso ocorre porque no início da experiência o íon permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) que apresenta coloração violeta, aos poucos, transforma-se em íon manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ), que possui coloração verde, e em dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ), que possui cor marrom. Essa transformação química ocorre porque o permanganato é lentamente reduzido pelo açúcar em ambientes alcalinos. O açúcar é um composto orgânico, tendo muitos grupos hidroxila ( $-\text{OH}$ ), ligados a átomos de carbono, que também têm um átomo de hidrogênio ligado diretamente a ele; com isso o açúcar pode ser facilmente oxidado pelo permanganato que é um forte agente oxidante, consequentemente acontece as reduções do permanganato de potássio, observadas através das mudanças de coloração. Reações de oxirredução ocorrem por transferência de elétrons. Sendo que, estão presentes agente oxidante e agente redutor. O oxidante é a espécie química que, numa

reação, recebe elétrons, ou seja, é reduzida, provocando a oxidação da outra espécie. O agente redutor é a espécie química que, em uma reação química, perde elétrons, isto é, é oxidada, provocando a redução da outra espécie química. (SOUZA e SANTOS, 2012). Ao se adicionar sacarose, que em meio alcalino é capaz de reduzir os íons permanganato (violeta) em manganato (verde):



Desta maneira, na redução do permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) a íon manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ) a solução passa da cor violeta, a azul escura e, quando reduzida a íon manganato, atinge a tonalidade verde.

A sacarose reduz, ainda, o íon manganato (verde) a dióxido de manganésio (marrom ou castanho):



Assim, na redução do manganato de potássio a dióxido de potássio a solução passa da cor verde a amarela ou castanha, se a concentração de sacarose for alta (CAMELO, MARTINS, FERNANDES e SOUZA, 2015).



# AULA 19

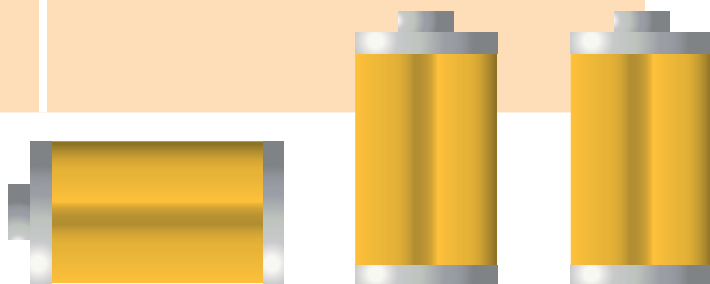
## EXPERIMENTO IV: Construção e funcionamento da Pilha de Daniell<sup>7</sup>

A finalidade desta aula é a construção e o funcionamento de uma Pilha de Daniell. Neste momento, sugere-se o resgate de conteúdo Aula 11 – Conceito de Pilhas, para que os alunos compreendam o motivo de se realizar a atividade experimental e correlacionem a teoria com a prática.

### OBJETIVOS:

- Compreender como a energia química é transformada em energia elétrica por meio de reações de oxirredução.
- Entender as semirreações de uma pilha.

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 copos de béquer de 50 mL (cada)</li><li>• Algodão</li><li>• 1 Tubo plástico ou tubo de vidro em “U”;</li><li>• 1 par de garras tipo jacaré 8 mm (1 garra na cor preta e a outra garra na cor vermelha).</li><li>• 1 par de cabo de ligação (vermelho/preto) para garra tipo jacaré - diâmetro do cabo 2,5 mm<sup>2</sup> (cerca de 20 cm para cada cabo).</li><li>• 1 Multímetro</li><li>• 1 Relógio digital a pilha ou calculadora ou outro dispositivo que necessite de corrente 1,5 V.</li><li>• 10 cm x 10 cm de lixa ferro 40 grãos.</li><li>• 1 caneta retroprojeter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 placa de zinco metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm).</li><li>• 1 placa de cobre metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm).</li><li>• 10 mL de Solução aquosa de Sulfato de cobre 0,1 molL<sup>-1</sup>*</li><li>• 10 mL de Solução aquosa de Sulfato de zinco 0,1 molL<sup>-1</sup>*</li><li>• 1 mL de Solução saturada de NaCl(s) [quantidade suficiente para completar o volume do tubo em “U”, aqui o volume está relacionando com o tamanho da ponte salina]. utilizada].</li></ul>



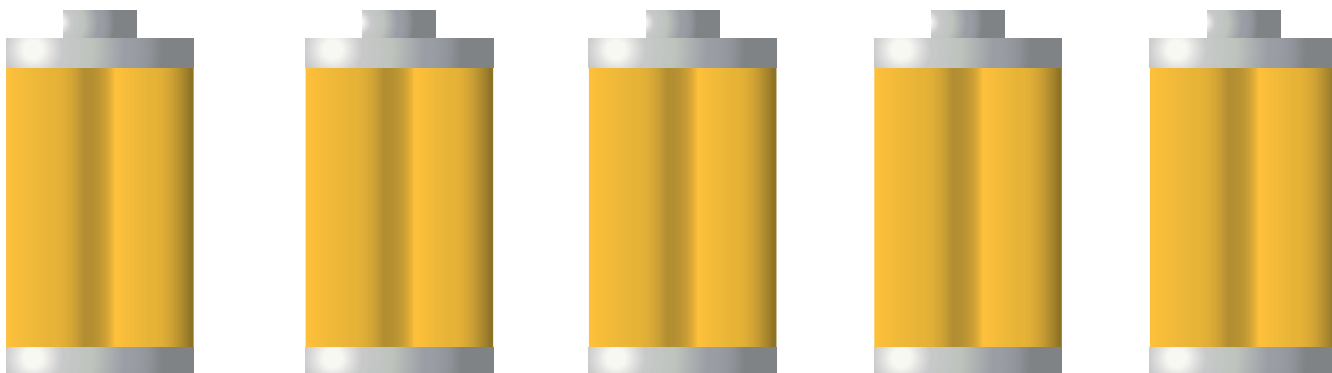
7

O Experimento IV é uma adaptação da Atividade Experimental encontrada na página do PontoCiência. [Clique aqui.](#)

\*Para instruções sobre o preparo das soluções 0,1 mol · L<sup>-1</sup> de ZnSO<sub>4</sub> e 0,1 mol · L<sup>-1</sup> de CuSO<sub>4</sub> [clique aqui.](#)

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

- a. Numere os dois copos de béquer com caneta retroprojeter: N° 1: solução  $0,1 \text{ molL}^{-1}$  de  $\text{ZnSO}_4$  e N° 2: solução  $0,1 \text{ molL}^{-1}$  de  $\text{CuSO}_4$ .
- b. Adicione 10 mL da solução de sulfato de zinco ao béquer 1.
- c. Ao béquer N° 2, adicione 10 mL da solução de sulfato de cobre.
- d. Ao béquer contendo sulfato de zinco, coloque uma placa de zinco mergulhada na solução.
- e. Ao béquer contendo sulfato de cobre, coloque uma placa de cobre mergulhada na solução.
- f. Com auxílio de um conta gotas, encha completamente o tubo de vidro em “U” com a solução saturada de NaCl.
- g. Umedeça dois pedaços pequenos de algodão com a solução de NaCl e utilize-os para tampar as extremidades do tubo em “U”.
- h. Mergulhe uma extremidade do tubo em “U” (ponte salina) no béquer contendo sulfato de zinco e a outra extremidade no béquer contendo sulfato de cobre.
- i. Ajuste o multímetro para leitura de tensão elétrica (voltagem, medida em volts).
- j. Conecte o fio preto (anodo) do multímetro na placa de zinco e o fio vermelho na placa de cobre (cátodo).
- k. Inverta os fios, conectando o fio vermelho na placa de zinco e o preto na placa de cobre. Observe.
- l. Inverta novamente os fios e retire a ponte salina. Recoloque a ponte salina e troque o multímetro pelo relógio digital. Observe.
- m. Conecte a placa de zinco ao polo negativo (fio preto) do relógio e a placa de cobre ao polo positivo (fio vermelho). Observe e verifique o que aconteceu.
- n. Anote suas observações na Atividade 7.



# ATIVIDADE 7

## PILHA DE DANIELL

1. Represente por meio de desenho o estado inicial e final do sistema observado. Lembre-se de anotar os reagentes, coloração e modificações, caso tenha observado.

a. Inicial:

b. Final:

2. Análise do experimento:

OBSERVAÇÕES	COLORAÇÃO		BRILHO		MASSA	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Metais						
Placa de cobre (Cu)						
Placa de zinco (Zn)						



3. Pesquise as semireações do zinco e cobre.

Semirreação do Zn:

Semirreação do Cu:

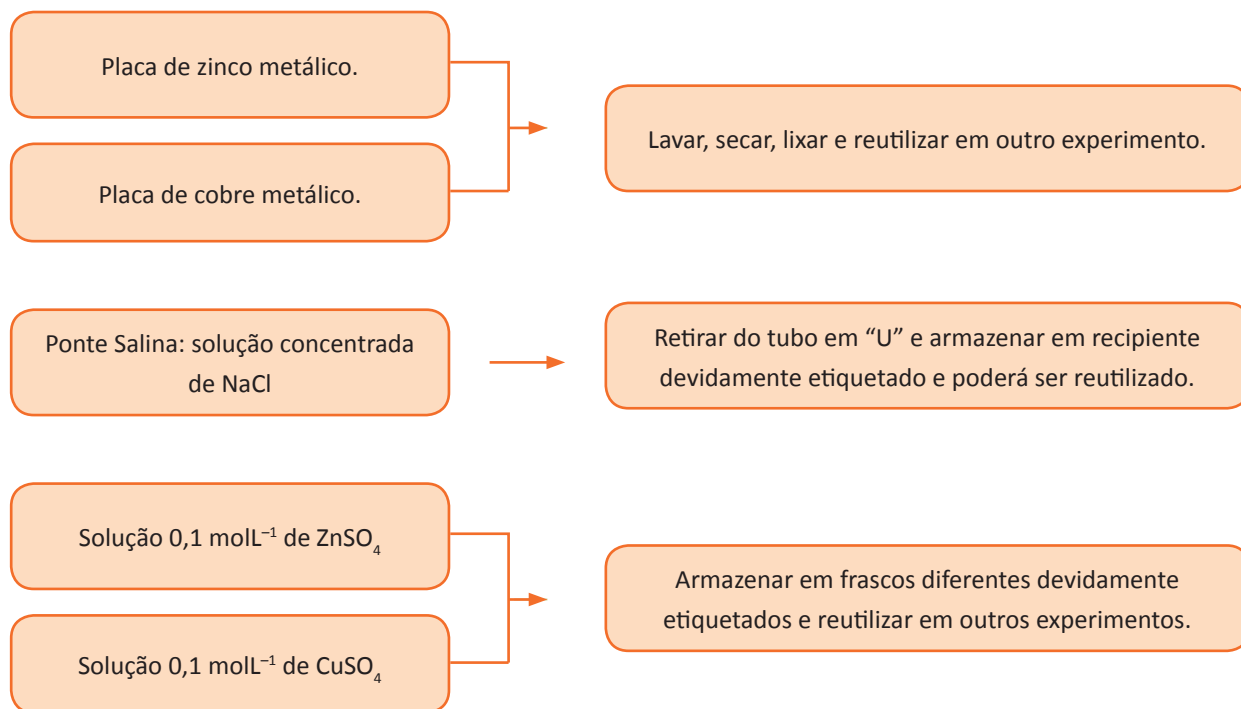
4. Qual a reação global da pilha (pesquise em seu Livro Didático ou Internet)?



# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

## Experimento IV – Pilha de Daniell

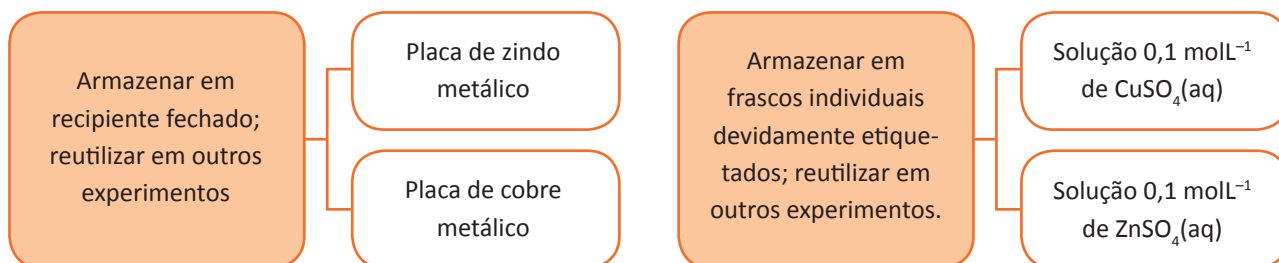
Figura 16 – Gerenciamento de Resíduos: Experimento IV



Professor (a), para o Experimento IV – Pilha de Daniell, reutilizei boa parte de materiais e reagentes do Experimento II – Eletrólise por 5 centavos: 1 par de garras tipo jacaré 8 mm (1 garra na cor preta e a outra garra na cor vermelha); 1 par de cabo de ligação (vermelho/preto) para garra tipo jacaré - diâmetro do cabo 2,5 mm<sup>2</sup>; 1 placa de zinco metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm); 1 placa de cobre metálico (0,03 cm x 2 cm x 4 cm); ponte salina produzida na reação de neutralização das soluções 0,1 molL<sup>-1</sup> de NaOH e 0,1 molL<sup>-1</sup> de HCl e a lixa de ferro 40 grãos.

Resumidamente, temos as etapas de gerenciamento de resíduos produzidos em aula experimental (figura 17):

**Figura 17** – Resumo do Gerenciamento de Resíduos: Experimento IV.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## QUESTÃO INVESTIGATIVA 4

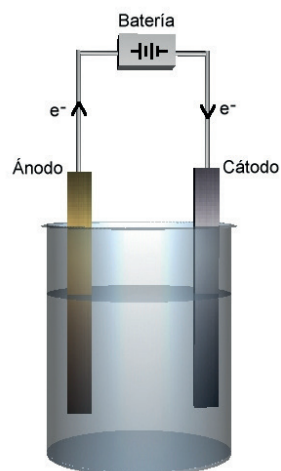
De onde vem a energia para funcionar o controle do vídeo game?

### INTRODUÇÃO

As pilhas são dispositivos em que ocorre uma reação de oxirredução responsável por produzir corrente elétrica. O que significa que há uma conversão de energia química em energia elétrica. Esse processo ocorre de maneira espontâneo, uma vez que há a transferência de elétrons entre um metal que tem a tendência de doar elétrons (eletrodo negativo – ânodo), por meio de um fio condutor, para um metal que tem a tendência de receber elétrons (eletrodo positivo – cátodo) (MORTIMER e MACHADO, 2014).

A diferença entre as pilhas e as baterias está no fato de que as pilhas possuem apenas um eletrólito e dois eletrodos, enquanto as baterias são formadas por conjuntos de pilhas em série ou em paralelo. (Figura 18).

Figura 18 – Célula eletroquímica: nas células eletroquímicas ocorrem reações de oxidação e redução simultaneamente



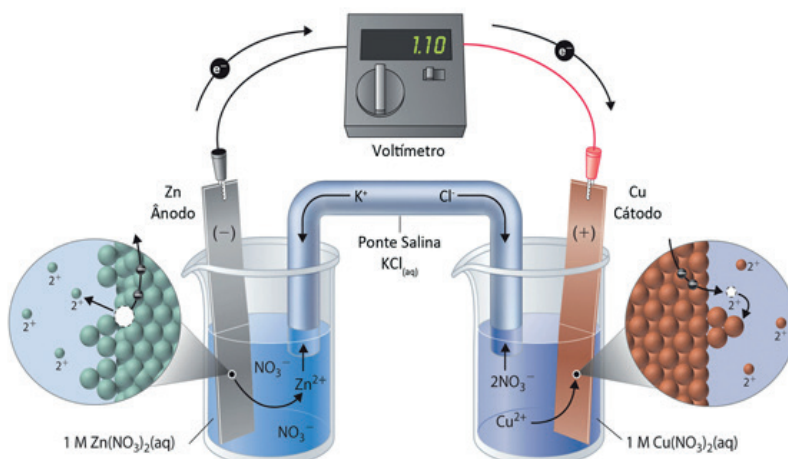
Fonte: <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1068&evento=2>

### PILHA DE DANIELL

No ano de 1836, o químico inglês John Frederic Daniell (1790-1845), construiu um dispositivo que produzia energia elétrica interligando eletrodos que eram constituídos por um metal imerso em uma solução de seus íons. A criação de Daniell constituiu a base do funcionamento das pilhas que são compostas somente por metais e soluções de seus respectivos sais são denominadas **Pilha de Daniell**.

A constituição de uma pilha de Daniell é por um eletrodo de zinco metálico (Zn) – ânodo – mergulhado em um eletrólito, ou seja, solução aquosa de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), e outro eletrodo de cobre metálico (Cu) – cátodo – imerso em uma solução aquosa de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ). Os dois eletrodos são unidos por um fio metálico e as duas soluções de eletrólito são unidas por uma **ponte salina** (Figura 19). Na pilha de Daniell, a ponte salina é um tubo em forma de “U”, preenchido com algodão embebido em uma solução aquosa de cloreto de potássio (KCl).

Figura 19 – Representação esquemática para uma pilha de Daniell



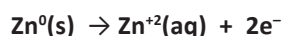
Fonte: <http://www.aulasdequimica.com.br/infografico-pilha-de-daniell/>

## FUNCIONAMENTO DE UMA PILHA DE DANIELL

Para se compreender o funcionamento de uma pilha de Daniell, faz-se necessário analisar cada um dos eletrodos.

### ELETRODO DE ZINCO

O eletrodo de zinco é um sistema constituído por uma placa de zinco metálico (Zn), mergulhada em uma solução aquosa de algum sal de zinco solúvel em água, como o sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ). Na solução estão dispersos cátions zinco ( $Zn^{2+}$ ). Nesse eletrodo, estão presentes átomos de zinco metálico, da placa  $Zn^0$ , e cátions zinco, da solução  $Zn^{2+}$ . É possível ocorrer a transformação do zinco metálico em cátion zinco. A representação dessa reação pode ser observada a seguir (MORTIMER e MACHADO, 2014):

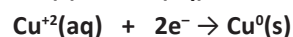
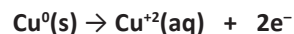


Pode ocorrer também a transformação inversa e o cátion zinco, da solução, receber os dois elétrons do zinco metálico e se transformar em zinco metálico (MORTIMER e MACHADO, 2014):



### ELETRODO DE COBRE

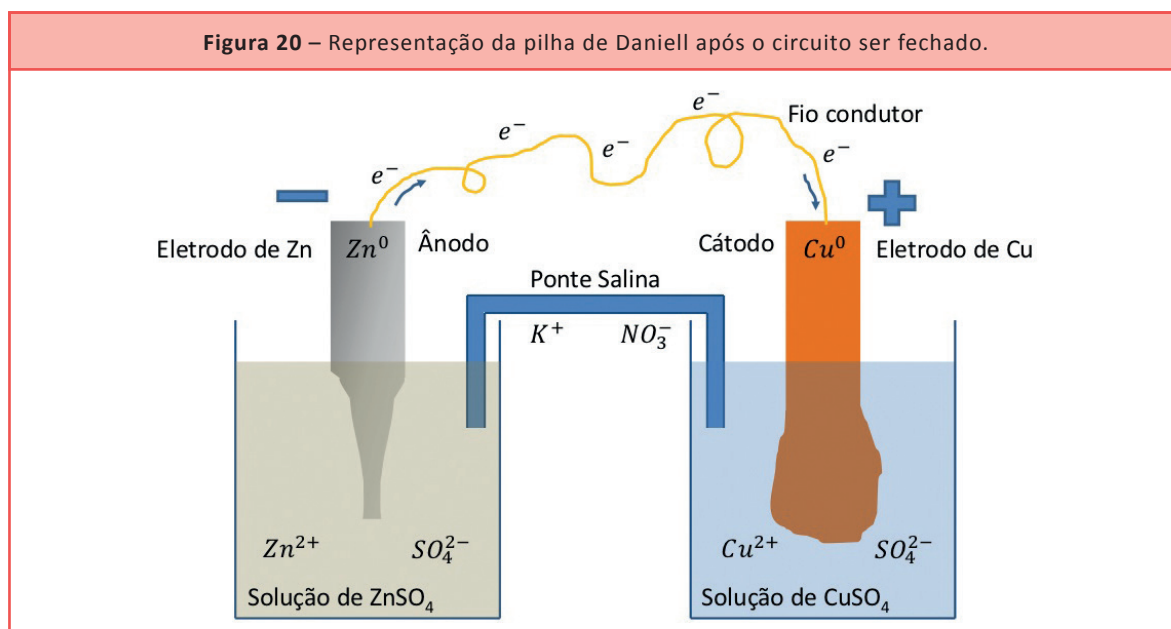
Para a constituição do eletrodo de cobre, têm-se um sistema formado por uma placa de cobre metálico (Cu), imersa em uma solução aquosa de sal solúvel em água que contenha cátions  $Cu^{2+}$ , como por exemplo, sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ). Analogamente ao descrito para o eletrodo de zinco, tem-se (MORTIMER e MACHADO, 2014):



Em uma pilha de Daniell, os eletrodos de zinco e cobre imersos em soluções de seus respectivos íons, encontram-se conectados por um fio condutor. Desta maneira, conexão é feita e se estabelece a passagem de corrente elétrica através do fio condutor e do voltímetro marca uma diferença de potencial de 1,1 V, indicando que o circuito foi fechado e há o fluxo de elétrons do eletrodo de zinco para o eletrodo de cobre (MORTIMER e MACHADO, 2014).

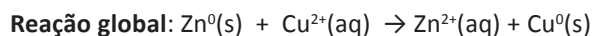
Decorrido certo tempo de reação de oxirredução, na Figura 20, é possível observar que (MORTIMER e MACHADO, 2014):

- A placa de zinco metálico sofrerá corrosão e diminuirá a massa;
- A placa de cobre metálico sofrerá deposição e terá a massa aumentada;
- A cor azul da solução de íons cobre diminuirá.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/biraneves/pilhas-10159235> (slide 7)

A reação de oxirredução que ocorre no anodo e no catodo pode ser representada por:



A pilha de Daniell pode ser representada pela notação:



### RESPONDENDO À PERGUNTA INVESTIGATIVA: DE ONDE VEM A ENERGIA PARA FUNCIONAR O CONTROLE DO VÍDEOGAME?

Para respondermos esta pergunta devemos recordar que as pilhas e baterias são geradores de energia bem como, são armazenadores ou acumuladores, ou seja, elas são sistemas que por meio de reações químicas, transformam energia produzida através de uma reação de oxirredução, movimentando elétrons por um circuito elétrico externo (MORTIMER e MACHADO, 2014).

Durante a evolução científica e tecnológica, as pilhas e baterias foram sendo desenvolvidas, conforme necessidade do mercado consumidor, com a contribuição de diversos cientistas. Foi a partir da descoberta do físico italiano Alessandro Volta, que sobrepôs discos de metais diferentes empilhados, ligados eletricamente entre si e intercalados por um disco de feltro embebido em solução eletrolítica (salmoura) gerando tensão e conseqüentemente, eletricidade, é que se buscou por eletrodos que tornavam pilhas e baterias mais eficientes e práticas (NISENBAUM, 2013).

### LINHA DO TEMPO DE PILHAS E BATERIAS

A evolução das pilhas e baterias se confunde com a história da humanidade. Desde que, Alessandro Volta, demonstrou sua descoberta para Napoleão Bonaparte na Academia de Ciências de Paris, demonstrando que era possível gerar energia elétrica a partir de processos químicos e que, as pilhas poderiam ser utilizadas em aparelhos que precisam de eletricidade para funcionar houve uma reviravolta na comunidade científica. Na atualidade, cada vez mais se busca maior qualidade no desempenho de pilhas e baterias.

A seguir será descrito a evolução das pilhas ao longo dos anos e seus respectivos criadores (Tabela 6).

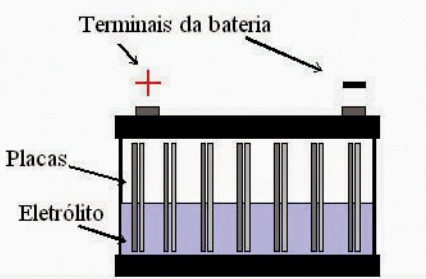
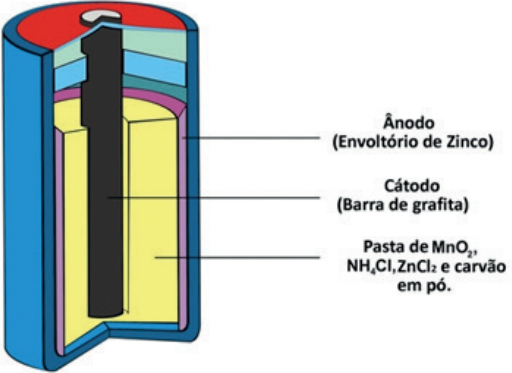
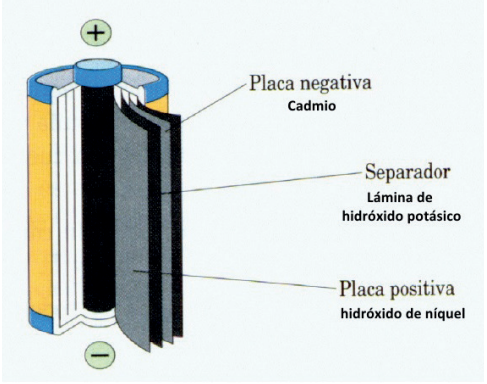


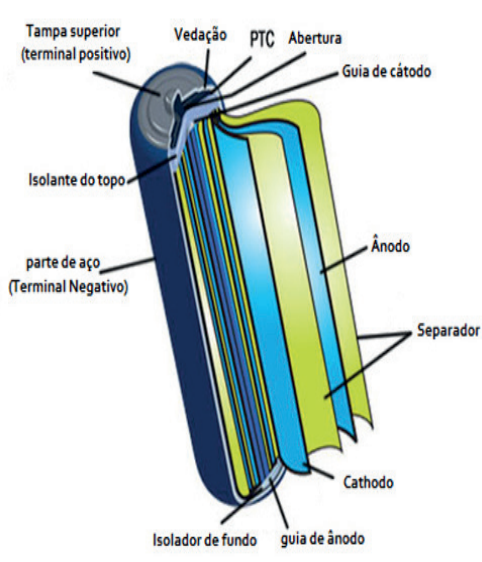
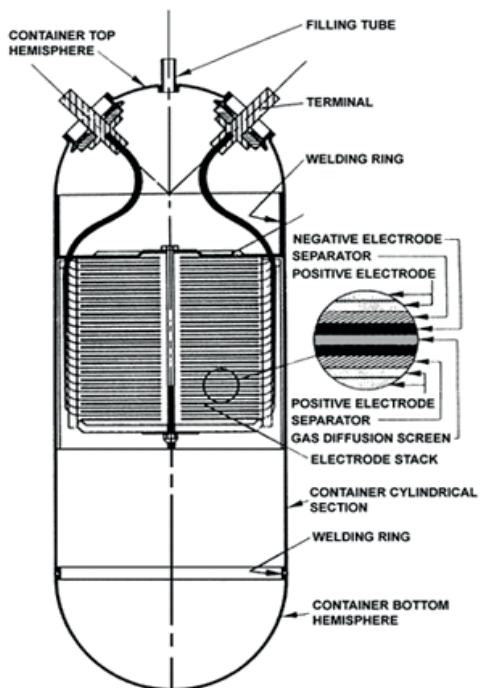


**Tabela 6 – Cronologia da evolução das pilhas**

ANO DE CRIAÇÃO	CIENTISTA RESPONSÁVEL/EMPRESA	IMAGEM
1800 – Pilha de Volta	Alessandro Volta	 <p>Pilha de volta. <a href="#">Clique aqui</a></p>
1836 – Pilha de Daniell	John Frédéric Daniell	 <p>Pilha de Daniell. <a href="#">Clique aqui</a></p>
1839 – Pilha de Grove	William Robert Grove	 <p>Pilha de Grove. <a href="#">Clique aqui.</a></p>
1839 - Célula Combustível	William Robert Grove	 <p>Célula Combustível de Grove. <a href="#">Clique aqui</a></p>



<p>1859 – Bateria de chumbo-ácido</p>	<p>Gáston Planté</p>	 <p>Terminais da bateria</p> <p>Placas</p> <p>Eletrólito</p> <p>Bateria de Chumbo-ácido. <a href="#">Clique aqui.</a></p>
<p>1866 – Pilha de Leclanché</p>	<p>Georges Leclanché</p>	 <p>Ânodo (Envoltório de Zinco)</p> <p>Cátodo (Barra de grafita)</p> <p>Pasta de <math>MnO_2</math>, <math>NH_4Cl</math>, <math>ZnCl_2</math> e carvão em pó.</p> <p>Pilha Leclanché. <a href="#">Clique aqui</a></p>
<p>1899 – Pilha de Níquel-Cádmio</p>	<p>Waldmar Jungner</p>	 <p>Placa negativa Cádmio</p> <p>Separador Lâmina de hidróxido potássico</p> <p>Placa positiva hidróxido de níquel</p> <p>Pilha Níquel -Cádmio. <a href="#">Clique aqui</a></p>

<p>1970 - Pilha de lítio e íons lítio</p>	<p>Manley Stanley Whittingham</p>	 <p>Tampa superior (terminal positivo) Vedação PTC Abertura Guia de cátodo      Isolante do topo parte de aço (Terminal Negativo) Ânodo Separador Cathodo Isolador de fundo guia de ânodo</p> <p>Pilha de lítio – íon lítio. <a href="#">Clique aqui</a></p>
<p>1977 – Pilha Níquel Hidrogênio</p>	<p>COMSAT Telecomunicações</p>	 <p>CONTAINER TOP HEMISPHERE FILLING TUBE      TERMINAL WELDING RING      NEGATIVE ELECTRODE SEPARATOR POSITIVE ELECTRODE      POSITIVE ELECTRODE SEPARATOR GAS DIFFUSION SCREEN ELECTRODE STACK      CONTAINER CYLINDRICAL SECTION WELDING RING      CONTAINER BOTTOM HEMISPHERE</p> <p>Pilha de Níquel-Hidrogênio. <a href="#">Clique aqui</a></p>

<p>1979 – Bateria lítio – polímero</p>	<p>Michael Armand</p>	 <p>Bateria lítio-polímero. <a href="#">Clique aqui</a></p>
<p>1989 – Bateria Níquel-Hidreto de Lítio</p>	<p>Daimler AG – empresa de carros</p>	 <p>Bateria NiHLi – <a href="#">Clique aqui.</a></p>

Agora que conhecemos a evolução das pilhas e baterias, podemos perceber que a pilha de Daniell (experimento IV) não é a mais indicada para o funcionamento de controles de videogame, pois geram 1,5V e pular, correr, acelerar, frear, escorregar, cair, rolar, lutar, todas as ações dos personagens que passam pelas mais diversas situações precisam de muita energia (TECMUNDO, 2010).

O controle é a peça fundamental de um videogame, sem o qual não existiria o conceito de jogo eletrônico, que pressupõe interação entre o jogador e o game. Funcionam com as baterias de íons lítio, pois são recarregáveis e muito utilizadas em equipamentos eletrônicos portáteis. Armazenam o dobro de energia que uma bateria de Níquel – hidreto lítio ( NiMLi) e três vezes mais que uma bateria de níquel cádmio ( NiCd). Outra diferença da bateria de lítio é a ausência do efeito memória, ou seja, não é preciso

carregar a bateria até o total da capacidade e descarregar até o total mínimo. Portanto, a energia que faz o controle do videogame funcionar é uma energia química transformada em energia elétrica partindo de reações de oxirredução (TECMUNDO, 2010).

No entanto, as baterias de íons lítio apresentam um custo mais elevados que as pilhas de Ni-Cd, por exemplo, e o descarte de baterias Li-Ion causam muitos problemas ambientais, um destes impactos está ligado aos solventes orgânicos, que são tóxicos e inflamáveis (baixo ponto de fulgor), e junto com sais de lítio, como LiPF<sub>6</sub> e LiClO<sub>4</sub>, em contato com o ar, reagem e formam gases extremamente poluentes e podem provocar explosões. Existe também a possibilidade de contaminação do solo e da água, resultantes da lixiviação da bateria pela água da chuva ou pelo chorume gerado pela decomposição da matéria orgânica dos lixos domésticos (NISENBAUM, 2013).



## MOMENTO

Questionário final e análise de dados



## AULA 20

Questionário Final – Análise da Sequência Didática (SD)

Professor (a), neste momento apliquei o Questionário Final (anexo 2), com questões semelhantes às disponíveis no Questionário Inicial (anexo 1). Foi realizado, após a aplicação do questionário, uma Roda de Conversa com as quatro turmas de 2º ano do Ensino Médio, em momentos separados, referente às expectativas que tiveram, o que acharam. Se minha metodologia mudou muito para o desenvolvimento da SD em relação à outras aulas, o que aprenderam, o que mudou em relação ao olhar deles sobre o descarte de pilhas e baterias, se acham importante a preocupação de empresas quanto a Logística Reversa e o Gerenciamento de Resíduos produzidos, o que mais chamou a atenção deles sobre o tema trabalhado, se mudou a forma de compra deles, dentre outras considerações. Tudo foi registrado em um “Diário de Bordo”, que nada mais é do que um diário de classe, onde anotamos todas as nossas experiências.

Você pode usar outra metodologia! Não se esqueça que neste material você tem um guia de sugestões para elaboração de aulas. Cada educador (a) possui sua maneira de ministrar e preparar as aulas. Na minha percepção, o mais importante é sabermos para quem estamos organizando nossas aulas e o que desejamos que eles saibam ao longo do ano letivo.

**Bom trabalho!**



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**TECMUNDO**, 2010. A Evolução dos Controles de Videogame. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/playstation-move/6812-a-evolucao-dos-controles-de-video-game.htm>>. Acesso em 11 jul 2017.

G1 Globo, 2015. Brasil produz 36% do lixo eletrônico da América Latina, mostra estudo. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/12/brasil-produz-36-do-lixo-eletronico-da-america-latina-mostra-estudo.html>>. Acesso em 22 fev 2017.

Caderno de Orientações para Utilização do Laboratório Escolar de Ciências da Natureza da Rede Estadual de Ensino do Paraná. Disponível no endereço eletrônico: [http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/cadern\\_lab\\_2013.pdf](http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/cadern_lab_2013.pdf)

CARAMELO, C., MARTINS, M., FERNANDES, M., SOUZA, M. Concurso ChemRus - Relatório da experiência: Camaleão Químico. 2015. Disponível em: <<http://gqj.spq.pt/chemrus/2015/29.pdf>>. Acessado em 14 abril 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 410/2011, altera e complementa a resolução nº 357/2005 e resolução nº 397/2008, sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 401/2008, estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

Costa M. do M. R.; Figueiredo, R. C., 2001. Balanço Mineral Brasileiro. Página Web: [www.dnpm.gov.br/dnpm\\_legis/balanco/pdf/manganesepdf/](http://www.dnpm.gov.br/dnpm_legis/balanco/pdf/manganesepdf/) apud QUEIROZ, J. P. L. Remoção de Manganês de Águas e Efluentes por Precipitação. Dissertação. 43 f. Rio de Janeiro (PUC-RJ), 2013.

Cruz, E. C. Principios e criterios para o planejamento das atividades didaticas. En: Castro, A. D. E. A. (Ed.). Didática para a escola de 1º e 2º graus. 4 (pp. 49–55). Sao Paulo: Pioneira, 1976.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1994 apud MUECHEN, C. A Disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. Tese. (UFSC), 2010.

FARIA, B.de A., OLIVEIRA, S. M. de, SANTOS, A. de P. Tratamento de Resíduos de Aulas Práticas de Química. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.10, 2010.

FERREIRA, D. T. O Mito e o Vermelho. Dissertação. 19 f. Brasília (FAAC); 2010.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), dos reagentes e produtos utilizados nos experimentos. Disponível em: <<http://www.qeelquimica.com.br/fispqs/>>. acesso em: 10 jan 2017.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Tipos de Corrosão"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/tipos-corrosao.htm>>. Acesso em 08 de junho de 2017.

FRANCK, G. HARMONIA CROMÁTICA EM ANIMAÇÕES: A cor no contexto da tecnologia. Dissertação. 18-20 f. Curitiba (UTFPR); 2015.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217.

MACHADO, P.F.L. e MÓL, G.S. Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: o que fazer? Química Nova na Escola, n. 29, p. 38-41, 2008.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, F. Perspectivas Actuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino e na Investigação em Educação em Ciência. 2011. Disponível em: <[http://blogs.ua.pt/isabelmartins/bibliografia/CapL\\_13\\_IPMartins\\_FPaixa\\_Perspectivas\\_CTS\\_2011.pdf](http://blogs.ua.pt/isabelmartins/bibliografia/CapL_13_IPMartins_FPaixa_Perspectivas_CTS_2011.pdf)>. Acesso em 09 abril 2017.

MELO, S. Intoxicação por manganês. 2014. Disponível em: <<http://bioquimicametallica.blogspot.com.br/2014/07/intoxicacao-por-manganes.html>> acessado em 12 jul 2017.

MERÇON, F., GUIMARÃES, P.I.C., MAINIER, F.B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. Química Nova na Escola. N° 19, maio 2004.

MORETTO, V. P. Planejamento: planejando a educação para o desenvolvimento de competências. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007 apud CASTRO, P. A. P. de; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. ATHENA - Revista Científica de Educação, v. 10, n. 10, jan./jun. 2008.

NISENBAUM, M. A. Pilhas e Baterias. 2013. Disponível em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_pilhas\\_e\\_baterias.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_pilhas_e_baterias.pdf)>. Acesso em 10 mai 2017.

PARANÁ: Secretaria de Estado da Educação Superintendência de Educação Coordenação de Gestão Escolar. Texto: Organização do Trabalho Político Pedagógico da Escola, 2008.

Olimpíada de Tóquio pode ter medalha de smartphone reciclado. Revista Exame, 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/olimpiada-de-toquio-pode-ter-medalhas-feitas-de-smartphones>>. Acesso em 16 jul 2017

SEED. Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/portal/diretrizes/index.php> acesso em 26 ago. 2016

SOUZA, C. T. de, SANTOS, L. B. Camaleão Químico. Vila da Ciência 2012; p. 17. UESB, Bahia. Disponível em:< <http://www2.uesb.br/viladaciencia/wp-content/uploads/2014/08/Livro-de-Resumos-Vila-da-Ci%C3%Aancia-2012.pdf>> Acessado em 14 abril 2017.

SOUZA, M.P de. As Cores e suas Possibilidades plásticas. 11-15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Bauru – SP (UNESP), 2015.

Super liga metálica quatro vezes mais dura que titânio. Inovação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=super-liga-metalica-quatro-vezes-mais-dura-titanio&id=010170160725#.WWwZQojtPZ>>. Acesso em 04 abril 2017.

VALLE, Cyro Eyer. Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

WANG, R. R., FENTON, A. Titanium for prosthodontic applications: a review of the literature. Quintessence int, 1996; 27(6). 401-408 apud BAUER, J.R. de O. Propriedades mecânicas do titânio comercialmente puro e da liga Ti-6Al-4V fundidos em diferentes ambientes. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, 2007.

ZABALA, A. Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.



## APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL

### ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS ANTERIOR À APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

#### a) QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Observe a tirinha abaixo e responda:



Mafalda está em dúvida quanto ao descarte da pilha velha, você pode ajudá-la indicando ações ou locais para a disposição desta pilha?

---

---

---

---

2. Analise as imagens abaixo e responda:



Figura 1



Figura 2

a. Qual a diferença entre as pilhas representadas nas figuras 1 e 2?

---

---

---



**b.** Nas imagens apresentadas, que considerações podem ser feitas sobre o descarte destas pilhas?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3.** Você possui conhecimento de postos de coleta autorizados a receber pilhas e baterias?

**Sim**                       **Não**

**4.** Alguma vez, você usou o posto de coleta autorizados a receber pilhas e baterias?

**Sim**                       **Não**

**5.** Que riscos estão relacionados ao descarte inadequado de pilhas e baterias no Meio Ambiente?

**6.** Em seu município, é feito algum tipo de propaganda em relação ao descarte de pilhas e baterias?

**Sim**                       **Não**

**7.** Na sua opinião, de quem é a responsabilidade do descarte correto de pilhas e baterias?

- Governo  
 População consumidora  
 Fabricante/revendedor

**8.** Você costuma recarregar as pilhas para a reutilização? De que forma?

**9.** Que sugestões podem ser propostas para prevenir impactos ambientais provenientes do descarte incorreto de pilhas e baterias?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL

### ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS POSTERIOR À APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

#### B) QUESTIONÁRIO FINAL

1. Ao comprar pilhas, você prefere as recarregáveis ou descartáveis? Por que?

---

---

---

---

2. Você acha que atualmente é fácil mantermos sem o uso de pilhas e baterias?

( ) Sim

( ) Não

3. Como podemos evitar o descarte inadequado de pilhas e baterias no Meio Ambiente?

---

---

---

---

4. De que maneira ocorre a transformação da energia química em energia elétrica em uma pilha?

---

---

---

---

5. Que problemas ambientais são prevenidos quando pilhas e baterias são dispostos de maneira correta?

---

---

---

---

6. Que elementos químicos que compõe pilhas e baterias podem ocasionar danos à saúde do ser humano, por meio de contaminação, quando estas são dispostas inadequadamente?

---

---

---

---

---

7. É possível reciclar pilhas e baterias?

---

---

---

---

8. Você sabe para onde são encaminhadas as pilhas coletadas em postos autorizados?

( ) Sim

( ) Não

9. Você costuma reutilizar suas pilhas?

( ) Sim

( ) Não

10. Como você realiza o descarte de pilhas ?

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 3 – SUGESTÕES DE ETIQUETAS OU RÓTULOS

### MODELO 1 – ETIQUETA PARA COMPOSTOS DIVERSOS

Nome da Instituição:	_____		
Composto Químico:	_____		
Fórmula Molecular:	_____	Massa Molar:	_____
Estado Físico:	( <input type="checkbox"/> ) Sólido	( <input type="checkbox"/> ) Líquido	
Densidade:	_____		
Concentração:	_____		
_____	Data: ____/____/____		
Nome legível do Responsável			

### MODELO 2 – ETIQUETA PARA SOLUÇÕES DIVERSAS

Nome da Instituição:	_____
Solução de	_____
Concentração:	_____
Fórmula Molecular:	_____
_____	Data: ____/____/____
Nome legível do Responsável	

### MODELO 3 – REJEITOS DIVERSO

#### RESÍDUO QUÍMICO

Tóxico             Corrosivo             Irritante             Inflamável

Estado Físico:     Sólido             Líquido

Aula Prática de Origem: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome legível do Responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

