

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

**QUÍMICA VERDE, SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O TEMA ELETROQUÍMICA NO ENSINO TÉCNICO
SUBSEQUENTE**

**GREEN CHEMISTRY, SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL EDUCATION: A DIDACTIC
SEQUENCE FOR ELECTROCHEMISTRY IN HIGH SCHOOL**

TIPO DE PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA

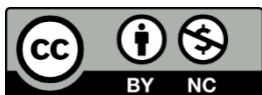
Autores: Tatiane Federizzi (Orientado), Juliane Maria Bergamin Bocardi
(Coorientadora) e Ismael Laurindo Costa Junior (Orientador)

Banca Examinadora: Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior (Presidente), Juliane
Maria Bergamin Bocardi (Coorientadora), Renata Mello Giona (Membro interno) e
Leidi Cecilia Friedrich (Membro externo)

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

Título da dissertação relacionada: PROPOSIÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O TEMA ELETROQUÍMICA NO ENSINO TÉCNICO SUBSEQUENTE
ABORDANDO AS TEMÁTICAS QUÍMICA VERDE, SUSTENTABILIDADE E
EDUCAÇÃO AMBIENTAL
(defendida em 24/03/2023)

MEDIANEIRA – PR
2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
ARTICULAÇÃO COM A BNCC.....	4
UNIDADE 1	
SONDANDO O TEMA QUÍMICA VERDE E MEIO AMBIENTE: O QUE SABEMOS?	5
UNIDADE 2	
CRISE DA MODERNIDADE: O QUE ESTAMOS FAZENDO AO MEIO AMBIENTE?	10
UNIDADE 3	
EXPLORANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE, QUÍMICA VERDE E CORROSÃO: O QUE TUDO ISSO TEM EM COMUM?	17
UNIDADE 4	
A ELETROQUÍMICA E A CORROSÃO: ONDE A QUÍMICA VERDE ENTRA NESSA HISTÓRIA?	28
UNIDADE 5	
A EXPERIMENTAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM INIBIDOR VERDE DA CORROSÃO PARA METAIS.....	39

APRESENTAÇÃO

Esta Sequência Didática é um produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira-PR, com a intencionalidade de subsidiar os professores de Química quanto a abordagem dos temas Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) sob o viés da Química Verde, Sustentabilidade e Educação Ambiental como eixo norteador. A Sequência Didática elaborada é composta por cinco unidades de ensino que envolvem conceitos de Eletroquímica, com foco nas reações de oxido-redução e a corrosão.

UNIDADE 1 – SONDANDO O TEMA QUÍMICA VERDE E MEIO AMBIENTE: O QUE SABEMOS? (2 aulas): Essa unidade tem o objetivo de diagnosticar o entendimento dos alunos sobre o assunto gerador, Química Verde e todas as suas perspectivas em relação a sustentabilidade.

UNIDADE 2 – CRISE DA MODERNIDADE: O QUE ESTAMOS FAZENDO AO MEIO AMBIENTE? (4 aulas): Essa unidade busca relatar os problemas que a humanidade está enfrentando em relação aos processos químicos poluidores, as ações do homem que contribuem para essa crise.

UNIDADE 3 – EXPLORANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE, QUÍMICA VERDE E CORROSÃO: O QUE TUDO ISSO TEM EM COMUM? (4 aulas): Essa unidade busca conceituar as temáticas relacionadas acima, e como a química verde através de seus princípios pode contribuir para melhorar a relação homem e meio ambiente.

UNIDADE 4 – A ELETROQUÍMICA E A CORROSÃO: ONDE A QUÍMICA VERDE ENTRA NESSA HISTÓRIA? (4 aulas): Essa unidade traz os conceitos científicos da química para explicar os fenômenos que ocorrem no cotidiano como a corrosão, atrelando ciência e tecnologia na busca por novas processos, mais limpos, que agredam menos o meio ambiente.

UNIDADE 5 – A EXPERIMENTAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM INIBIDOR VERDE DE CORROSÃO PARA METAIS (4 aulas): Essa unidade traz a experimentação, aliada aos conceitos da eletroquímica, para apresentar uma proposta de inibidor verde sustentável e eficaz.

ARTICULAÇÃO COM A BNCC

Pela definição da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. Ela estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.

A Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

A Sequência Didática proposta articula-se com a BNCC em consonância com as competências gerais e específicas e habilidades abaixo:

Competência Geral: Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competência Específica: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade (EM13CNT104): Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

UNIDADE 1

SONDANDO O TEMA QUÍMICA VERDE E MEIO AMBIENTE: O QUE SABEMOS?

a) **Tempo: 2 aulas** (100 minutos)

b) **Objetivos:**

- Investigar o conhecimento dos alunos sobre o assunto QV, Sustentabilidade e Educação ambiental;
- Catalogar os dados e apresentar resultados aos alunos.

c) **Recursos didáticos:**

- Questionário impresso pelo professor;
- Ficha de atividade;
- Computador.

d) **Encaminhamentos Metodológicos:**

1º MOMENTO

Nesse momento pretende-se realizar um questionário referente ao assunto Química verde, Sustentabilidade e Educação ambiental, para diagnosticar o entendimento dos alunos sobre a proposta a ser trabalhada.

Atividade 1. Questionário.

QUESTIONÁRIO INICIAL

COLÉGIO _____

ALUNO(A) _____

PROFESSORA: _____

DATA: ____/____/2022.

1) Já ouviu falar sobre Química Verde? Comente o que sabe a respeito.

2) Para você o que significa sustentabilidade?

3) Para você o que é Educação Ambiental?

4) Outras disciplinas já abordaram esses assuntos? Se sim qual?

5) Você acredita que esses assuntos fazem parte dos conteúdos de Química no ensino médio?

6) Como esses assuntos poderiam ser abordados pelo professor de Química? Justifique sua resposta:

a) Na forma de projeto;

b) Interdisciplinar;

c) Superficialmente;

d) Outros;

2º MOMENTO

Nessa etapa ocorrerá a organização dos resultados, com a ajuda dos alunos, para levantamento do entendimento prévio sobre os temas e definir quais serão as estratégias assumidas pelo professor para o andamento da sequência didática.

O professor sistematizará no quadro os principais tópicos levantados pelo questionário, estimulando os alunos a participarem de modo a construir coletivamente os principais conceitos: Química Verde, Sustentabilidade, Educação Ambiental e a relação da química com os mesmos.

3º MOMENTO

Subsidiar o entendimento do que trata a Química Verde e a Sustentabilidade por meio da Figura 1 e Vídeo 1.



Figura 1: Tirinha

Fonte: [https://1.bp.blogspot.com/-](https://1.bp.blogspot.com/-zZxAkkw44WA/W4RCplO3ohI/AAAAAAAAAX0Y/cCTdSywcVwM0rIPbxb85I9uUs9TzKHuYQCLcBGAs/s1600/questao5-colegio-pedro-ii-2016-colegio-pedro-ii-professor-1-segundo-do-ensino-fundamental-prova.PNG)

[zZxAkkw44WA/W4RCplO3ohI/AAAAAAAAAX0Y/cCTdSywcVwM0rIPbxb85I9uUs9TzKHuYQCLcBGAs/s1600/questao5-colegio-pedro-ii-2016-colegio-pedro-ii-professor-1-segundo-do-ensino-fundamental-prova.PNG](https://1.bp.blogspot.com/-zZxAkkw44WA/W4RCplO3ohI/AAAAAAAAAX0Y/cCTdSywcVwM0rIPbxb85I9uUs9TzKHuYQCLcBGAs/s1600/questao5-colegio-pedro-ii-2016-colegio-pedro-ii-professor-1-segundo-do-ensino-fundamental-prova.PNG)



Vídeo 1. Química Verde

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=eWgiazEJD8&ab_channel=AOENCONTRODAQU%C3%8DMICA

Após discussão do vídeo e imagem, propor a Atividade 2.

Atividade 2. Conhecendo a Química Verde e a Sustentabilidade

QUESTIONÁRIO

COLÉGIO _____
ALUNO(A) _____
PROFESSORA: _____
DATA: ____/____/2022.

1) Após as discussões realizadas, como você entende a Química Verde?

2) Qual a relação da Química Verde com a sustentabilidade?

3) Na sua opinião, como a química pode contribuir para a sustentabilidade?

4º MOMENTO

Atividade 3. Pesquisando um pouco mais sobre Química Verde e Sustentabilidade.

Propor que os estudantes pesquisem sobre o tema Química Verde e conheçam seus princípios quanto aos benefícios trazidos para sustentabilidade.

Essa atividade poderá ser realizada em casa e retomada na aula seguinte. Caso realizada em sala pode ser utilizado o laboratório de informática ou os celulares sob supervisão do professor.

5º MOMENTO

Dialogando sobre a pesquisa complementar.



1) O que a pesquisa complementar contribuiu para seu entendimento sobre Química Verde e sustentabilidade? Opine!

2) Quais são os recursos e benefícios, que esse ramo da química pode trazer para inibir a destruição do meio ambiente? Opine!

d) Referências e leituras Complementares

Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio> - acesso em: 13/04/2022.

<https://sqquimica.com/quimica-verde-e-sustentabilidade/>

<https://crq3.org.br/quimica-verde-sustentabilidade-na-industria-brasileira/>

MASCARELL BORREDA, L.; VILCHES, A. P. Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 34, n. 2, p. 25-42, 2016.

LENARDÃO, E. J. et al. "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova [online]**. v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

CORREA, A.G.; ZUIN, V. G. (Org.). **Química verde: fundamentos e aplicações**. 1ª ed. São Carlos: EDUFSCar, 2009.

UNIDADE 2

CRISE DA MODERNIDADE: O QUE ESTAMOS FAZENDO AO MEIO AMBIENTE?

a) Tempo: 4 aulas (200 minutos)

b) Objetivos:

- Relacionar o tema Meio Ambiente e Sustentabilidade com a Química;
- Refletir sobre a relação homem-natureza;
- Vislumbrar caminhos para a amenização da crise ambiental;

c) Recursos didáticos:

- Computador;
- Celular;
- Dicionário;
- Texto impresso;

c) Encaminhamentos metodológicos:

1º MOMENTO

Nesse momento retornaremos o conteúdo abordado sobre a Química Verde e seus princípios. Propor de forma coletiva a análise da charge (Figura 2) e do Texto 1.



Figura 2. Charge Sustentabilidade

Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/6Oq4zjbUlxc/TdHCOSAUNI/AAAAAAAAAGw/HwQrP74tFFI/s1600/CHARGE.jpg>

Texto 1. Problemas Ambientais

Problemas Ambientais

A poluição do ar, desmatamento, extinção de espécies, degradação do solo, escassez hídrica e superpopulação representam grandes ameaças ao planeta.

A atmosfera e os oceanos devido ao acúmulo de poluição, estão sobrecarregados de carbonos e devido a isso produzindo em excesso CO_2 .

A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento de áreas para uso na agricultura e as atividades industriais sem controle, aumentam ainda mais as concentrações de CO_2 , levando ao aumento das perturbações climáticas, alterando a vida da população.

O grande desafio da ciência associado às tecnologias, combater através da pesquisa, desenvolvimento e conscientização os males que acometem a sociedade.



Fonte: <https://beduka.com/blog/wp-content/uploads/2019/07/principais-problemas-ambientais.jpg>

DIALOGANDO

- 1) Como podemos através desses temas do cotidiano, que prejudicam o bem estar da população, apontar caminhos, baseado nos conteúdos de química, para buscar soluções ou amenizar esses desajustes causados pelo homem?
- 2) Você saberia dizer qual a extensão do impacto ao meio ambiente?
- 4) A Química traz mais benefícios ou prejuízos ao meio ambiente? Opine.

2º MOMENTO

Aprofundar a temática Meio Ambiente por meio do Vídeo 2 “**Aquecimento Global**”.



Vídeo 2. Causas do AQUECIMENTO GLOBAL e como combatê-lo

Fonte: <https://youtu.be/XSHXOEoB8jk>

Propor a leitura do Texto 2 buscando integrar a questão ambiental, a sustentabilidade e a Química Verde. A leitura trata-se de um texto informativo.

Texto 2. Química Verde, Sustentabilidade e Educação Ambiental

Química Verde, Sustentabilidade e Educação Ambiental

Entende-se que o ser humano e o meio ambiente fazem parte do mesmo sistema orgânico, por isso a educação ambiental é construída de forma coletiva, agrega valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial a sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Sendo assim a sustentabilidade talvez seja o conceito mais importante da atualidade, e tem como objetivo conscientizar as indústrias e os indivíduos, do seu papel de proteção do meio ambiente.

O adjetivo “verde” é cada vez mais usado em diversos processos e produtos: “Energia verde”, “Indústria verde”, “Tecnologias verdes”, o termo passou a ser uma espécie de identificador da sustentabilidade aplicada a processos e novos bens.

A ideia de proteção do meio ambiente e das pessoas, teve início nos anos 60 com o Livro Primavera Silenciosa, (Silent Spring), da escritora Rachel Carson em 1962, esse livro trouxe duras críticas ao uso indiscriminado do DDT (Dicloro difenil tricloroetano), causador de efeitos deletérios ao meio ambiente e intoxicações a quem o manipula. Esse produto foi sintetizado em 1874, usado como pesticida 1939, banido nos Estados Unidos em 1970 e no Brasil apenas em 2009.

Essa ideia de utilização de processos mais limpos, reagentes menos agressivos, menor consumo de energia, veio sendo discutida durante décadas, entre governantes mundiais, em 1990 surge o termo Química Verde (Green Chemistry), com prioridade de reduzir a formação de resíduos e não os tratar no final.

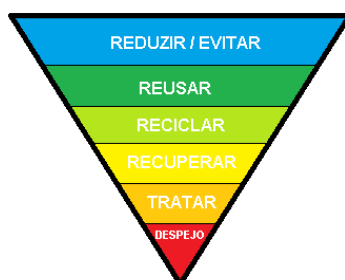


Figura 01 – Pirâmide de prioridades

A Química Verde surge desse contexto. Consolidada em meados da década de 90, o conceito reúne uma série de princípios e práticas que foram definidas com objetivo de introduzir um novo padrão de sustentabilidade para a indústria e ciência química.

Todas essas ideias partem do mesmo princípio de uma nova abordagem para a engenharia química e das ciências químicas em geral, que seja baseada na redução e eliminação de substâncias nocivas ao meio-ambiente e à saúde humana.

A maioria dos materiais da química tradicional não são naturais do meio-ambiente. Isso faz com que esses produtos se acumulem e tenham um tempo de degradação incoerente com os processos naturais.

Além disso, muitos dos produtos e materiais também são nocivos à saúde humana e da fauna/flora. A Química Sustentável é a ciência ou abordagem dentro da ciência química, que visa desenvolver e adotar produtos e processos que sejam sustentáveis e não prejudiquem o meio natural.

Portanto “A Química Verde é a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos que busquem a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas”.

As substâncias perigosas às quais se refere à definição são aquelas que de alguma forma são nocivas à natureza ou à saúde humana. Em 1993, a IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry, também adotou a definição formalmente.

A abrangência e princípios da química limpa permeia todas as subdivisões da Química, apesar de que as aplicações industriais e a síntese química são áreas especialmente importantes. Como conceito e prática, ela pode ser aplicada em diversos contextos diferentes, até mesmo fora da ciência química:

Logística reversa;

Desenvolvimento e utilização de materiais biodegradáveis;

Reciclagem;

Construção civil com prédios sustentáveis e certificados LEED – Leadership in Energy and Environmental Design;

Cada vez mais a indústria e o mercado adotam os materiais e processos da Química Limpa e a tendência é que eles ganhem cada vez mais importância. Índices de sustentabilidade já são usados nas bolsas de valores para avaliar empresas quanto à sua relação com meio-ambiente.

As novas regulamentações ambientais e acordos em prol do desenvolvimento sustentável, como o recente Acordo de Paris de 2015, têm dado o tom para o crescimento dessa nova abordagem da ciência Química.

Não basta apenas acrescentar o “verde” ao final do nome de um produto ou processo para que ele possa ser considerado um legítimo filho da nova Química Sustentável.

O marketing ambiental é amplamente usado por empresas com objetivo de incrementar suas imagens e avaliações na visão dos consumidores.

Mas para além da propaganda bem-intencionada, existem 12 princípios formais que estabelecem o que é um produto advindo da Química Verde, são eles:

1-Prevenção do desperdício;

2-Economia ou eficiência atômica: Sínteses químicas que resultem na menor quantidade possível de resíduos

3-Redução de toxicidade

4-Desenvolvimento de produtos seguros e eficientes;

5-Eliminar ou tornar seguros solventes e outros elementos de reação;

6-Otimização do uso de energia;

7-Uso de fontes renováveis de matérias-primas;

8-Evitar derivações desnecessárias: Utilização de bloqueadores para impedir reações químicas aconteçam em mais de uma etapa;

9-Catálise: Utilização de catalisadores para diminuir o tempo de uma reação;

10-Desenvolvimento de produtos biodegradáveis;

- 11-Controle de processos em tempo real;
- 12-Desenvolvimento de processos seguros;

Pelos princípios e objetivos da Química Limpa, fica claro que ela nada mais é do que a ciência química feita em conformidade com os conceitos e preocupações do desenvolvimento sustentável.

À medida que essa nova abordagem é disseminada por toda a indústria, os impactos negativos dos processos industriais e produtos químicos no meio-ambiente serão minimizados e em muitos casos eliminados.

Fonte: <https://sqquimica.com/quimica-verde-e-sustentabilidade/> -acesso em 04/05/2022

Com base na leitura do texto discutir com os estudantes os principais pontos:



- 1) Quais são os maiores desafios do mundo contemporâneo?
- 2) Atualmente, temos uma educação ambiental eficiente?
- 3) Quais as contribuições da Química Verde para o desenvolvimento sustentável?

3º MOMENTO

Propor a realização do Quis: “Teste sua pegada ecológica” (Figura 3), como proposta investigativa, com o propósito de conhecer nossa participação na crise da modernidade e para a promoção de reflexão e conscientização.

Atividade 1. Quis



Figura 3. Quis: “Teste sua pegada ecológica

Fonte: <https://play.google.com/storre/apps/details?id=dev.magalhaes>

4º MOMENTO

Norteados pelo Vídeo 2, Texto 2 e Atividade 2, desenvolver uma produção textual, que comporte as informações adquiridas, englobando os conceitos químicos apresentados.

Atividade 2. Produção Escrita

PRODUÇÃO ESCRITA

COLÉGIO _____

ALUNO(A) _____

PROFESSORA: _____

DATA: ____/____/2022.

Com base no texto 2, vídeo 2 e atividade 2, desenvolva uma produção textual, apontando a relação da Química com a sustentabilidade, a sua participação na crise da modernidade e as estratégias para melhorar essa relação.

e) Referências e leituras Complementares

PITANGA, A. F. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde:(re)pensando paradigmas. **Revista Ensaio**. v. 18, n. 3, p. 141-159, 2016.

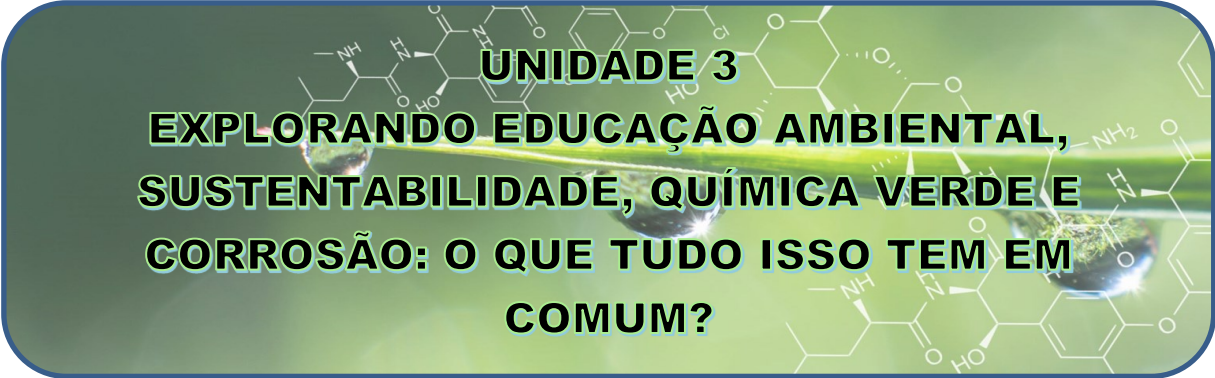
PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação Do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**. Curitiba: SEED, 2008.

https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/

<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

NOVICKI, V. Educação para o desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis?. **Linhas Críticas**, v. 15, n. 29, p. 215–232, 2012.

CAPRA, F. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. Trad. Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Cultrix, 2002.



UNIDADE 3
EXPLORANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL,
SUSTENTABILIDADE, QUÍMICA VERDE E
CORROSÃO: O QUE TUDO ISSO TEM EM
COMUM?

a) Tempo: 4 aulas (200 minutos)

b) Objetivos:

- Conhecer a história da Química Verde;
- Associar as aplicações e importância da Química Verde para a sustentabilidade;
- Conhecer os princípios norteadores da Química Verde.

c) Recursos didáticos:

- Computador;
- Dicionário;
- Texto impresso;
- Papel Kraft;
- Cola;
- Revistas e Jornais;
- Canetão colorido.

d) Encaminhamentos metodológicos:

1º MOMENTO

Realizar uma aproximação e problematização do tema da unidade por meio do Texto 1.

Texto 1. Impactos Ambientais

Impactos Ambientais

À medida que a modernização avança, juntamente com a produção industrial e a urbanização, as consequências negativas vão se agravando, e a população vai sentindo os efeitos nocivos e percebendo-os no meio ambiente.

Podemos destacar vários problemas causados por indústrias poluidoras sem comprometimento com o meio ambiente, que despejam diariamente sólidos como



metais pesados, líquidos com partículas dissolvidas, que contaminam rios e mares, destruindo a população aquática desses locais e os gases que são na grande maioria, os maiores poluidores do ambiente em que vivemos.

Um exemplo são as chuvas ácidas, uma das consequências mais sérias da poluição atmosférica. São responsáveis pela corrosão de edifícios, carros, monumentos históricos, um exemplo é o Cristo Redentor no Rio de Janeiro, restaurado em 2020 devido também a corrosão sofrida pela chuva ácida e a vegetação

existente no local. Essas chuvas contêm poluentes ácidos, como o HNO_3 e o H_2SO_4 que são corrosivos, provenientes das reações químicas entre a água presente no ar e os gases atmosféricos.

As chuvas ácidas podem afetar tanto em grandes metrópoles como regiões de interior menos industrializadas, isso acontece devido aos ventos que carregam as nuvens poluidoras para longe, causando estragos nas lavouras, poluindo solos e rios daquelas regiões.

A indústria química por outro lado, acaba se beneficiando dos estragos causados pela chuva ácida, pois produz através de seus colaboradores químicos, inibidores para amenizar os efeitos da corrosão, que na maioria das vezes são produzidos por compostos altamente tóxico, como os inibidores inorgânicos, que na sua composição possuem cromatos, nitritos ou óxidos, altamente tóxico, devido a presença de cromo. O que leva a pesquisa por agentes inibidores com ação protetora comparável aos inorgânicos só que ambientalmente viável.



A eletroquímica é um ramo da química que contextualiza muito bem o processo de corrosão e explica de forma simples como os agentes atuam nas peças e provocam o processo corrosivo.

Nesse contexto a QV, possui através de seus princípios e ações propostas para a elaboração de um inibidor a corrosão a partir do extrato da folha de Hibisco Colibri.com eficiência ainda em estudo, mas com grande potencial.

Fonte: FELTRE, Ricardo, **Curso Básico de Química – Físico Química**, Vol. 2, Editora Moderna, 1ª Edição, São Paulo, SP. 1985

DIALOGANDO

- No seu cotidiano, já havia reparado os efeitos da corrosão? Onde?
- Como a Química Verde pode ajudar no processo corrosivo?
- Nossa região sofre os efeitos da Chuva ácida? Opine!

2º MOMENTO

Procurar explorar a os princípios e ações da Química Verde por meio da Figura 1 e do Vídeo 1.

Figura 1. Chuva ácida.



Figura 1. Charge – Charge - Chuva ácida

Fonte: <https://i.pinimg.com/474x/9d/db/fd/9ddbfd6627f9b585e4faa784ee693e56.jpg>

Vídeo 1. Princípios e ações da Química Verde.



Vídeo 1: Química Verde – seus princípios.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=jT-n5LPO5tY>



- 1) Quais são as propostas da Química Verde?
- 2) Quais os pontos mais relevantes?
- 3) Quais serão as aplicações junto aos conteúdos de Química geral?
- 4) Como a Química Verde pode contribuir com o meio ambiente?

Introduzir o tema corrosão por meio do texto 2. “As margens de arroio área de Guaíba sofre com a corrosão acelerada de metais”

Texto 2. “As margens de arroio área de Guaíba sofre com a corrosão acelerada de metais”

Autor(a): Jéssica Rebeca Weber

Publicado em 10/01/2019. Atualizado em: 11/01/2019.

Além do dano a grades, moradores da região reclamam que eletrônicos têm vida útil curta. A grade lixada, pintada e reformada há um ano na Avenida Adão Foques já está enferrujada, quase despedaçando. Moradores da Vila Primavera, em Guaíba, apressam-se para mostrar outras evidências de danos a metais na região, como moedas que pretearam e cadeados. O armador de ferragem Osmar Galinski, que mais de 20 anos atrás tomava banho no Arroio Passo Fundo, conta:



—Trabalhei do lado do Arroio Dilúvio por dois anos e 11 meses, onde usava um cadeado que nunca enferrujou. Aqui, em 60 dias, ficou preto.

O prejuízo não para por aí: os vizinhos do Arroio Passo Fundo garantem que geladeiras, TVs, aparelhos de ar-condicionado e outros eletrodomésticos têm vida útil muito mais curta na região.

Esse fenômeno supostamente causado pelo arroio é o principal motivo para os vizinhos acreditarem que existe poluição industrial na água — ainda não foi objeto de nenhum estudo que comprovasse as causas. Embora as análises realizadas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam) em dezembro tenham culpado o esgoto sanitário sem tratamento pela poluição (o mesmo havia sido concluído em relatório de 2015), moradores nunca aceitaram essa explicação.

Questionado sobre a possibilidade de oxidação de metais junto a um arroio poluído, o engenheiro químico Tiago Centurião, gerente administrativo do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, afirma que a formação de ambientes lênticos (com água parada) e lóticos (em movimento) altamente oxidativos e a ação de indústrias podem promover, em casos muito específicos, a liberação de gases (como o dióxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre), que podem oxidar as superfícies metálicas no entorno no caso da dissipação desses gases ser ineficiente, devido, por exemplo, à pouca ação dos ventos e às questões climáticas.

De acordo com a Fepam, dentre as indústrias localizadas nas proximidades da BR-116, uma delas tem autorização para despejo de efluentes tratados no arroio. Desde 2012, não há fragrante de irregularidades de lançamento — na ocasião, após denúncia de um morador, foi comprovado um transbordamento na bacia de contenção da indústria com lançamento de óleo no arroio.



Vagner Hoffmann, chefe do Departamento de Fiscalização da Fepam, acredita que a corrosão de metais possa ter ligação com liberação de gases a partir da concentração de esgoto sanitário sem tratamento, em razão da retenção desse líquido e de um regime mais lento de degradação na região. O engenheiro químico Juarez Fernando Löff, chefe da Divisão de Fiscalização Ambiental, acrescenta:

— Uma causa importante da exalação de odores pelas águas residuárias domésticas é a geração de sulfetos, principalmente do sulfeto de hidrogênio. A presença desse composto também pode ser responsável pela ocorrência de corrosão.

Moradores reclamam de danos à saúde

As pessoas que moram perto do Passo Fundo estão ficando doentes, denuncia a química ambiental Aline Stolz, coordenadora de um grupo de trabalho formado no Conselho Municipal do Meio Ambiente para tratar do arroio. Segundo ela, há relatos de problemas de pele, respiratórios e danos a unhas e cabelo.



A dona de casa Ondina Ramos de Oliveira, 67 anos, faz nebulização duas vezes por dia, bem como o marido. Além da dificuldade para respirar, sente queimação no estômago e na garganta e, em momentos que o cheiro se intensifica, já chegou a vomitar. Conta que sua neta, que mora com ela, tem asma.

— Minha saúde, a saúde dos meus filhos e do meu velho tão podres. Nós devemos estar estragados por dentro, respirando esse ácido o tempo todo.

A dona de casa queixa-se de não poder pôr a mesa para tomar café com a família — precisa esperar por momentos em que o cheiro alivia para comer. Chegou a colocar a casa à venda, por dois anos.

— Já ofereci por uma merreca, mas não consegui vender — lamenta. — Nossa vida aqui é um inferno, um desespero — acrescenta.



Fonte: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2019/01/as-margens-de-arroio-area-de-guaiba-sofre-com-corrosao-acelerada-de-metais-cjqr32mnl0qjq01pi0xa2xxmf.html>

Complementar o texto 2 com o vídeo 2.



Vídeo 2. Guaíba: Poluição de arroio prejudica moradores

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=L3GLsK16PE>

DIALOGANDO

- 1) Quais são seus conceitos sobre as diversas frentes que a poluição afeta a população e o meio ambiente?
- 2) Anote todos os pontos relevantes sobre corrosão e como ela pode afetar as estruturas metálicas.
- 3) Por que o Arroio Guaíba chegou nessa situação?
- 4) Quais atitudes poderiam ser tomadas para melhorar ou resolver essa problemática?

3º MOMENTO

Contextualizar o tema da corrosão, com a Química Verde e a eletroquímica pelo resgate de conceitos e processos de oxirredução, balanceamento e equações eletroquímica, usando o Texto 3.

Texto 2. Eletroquímica

ELETROQUÍMICA



O conceito de reação de oxirredução, é aquele que há transferência de elétrons. A espécie química que atua como redutor, é aquela em que há átomos que perdem elétrons, ou seja, aquela em que um ou mais elementos sofrem oxidação. Já a espécie química que atua como oxidante é aquela em que há átomos que recebem elétrons, isto é, aquela em que um ou mais elementos sofrem redução.

Existem reações que sofrem oxirredução que podem ser empregadas para produzir corrente elétrica, aproveitável para finalidades práticas. Assim, os geradores químicos de corrente elétrica, que são as pilhas e baterias, baseiam-se na ocorrência de reações de oxirredução.

Pilhas e baterias fazem parte, hoje em dia, de produtos de importância para boa parte da sociedade, e ainda, como é possível, nesses dispositivos gerar corrente elétrica por meio de uma reação de oxirredução.



Fonte: FELTRE, Ricardo, *Curso Básico de Química – Físico Química*, V02, Editora Moderna, 1º Edição, São Paulo, SP. 1985.

DIALOGANDO

- 1) Por que algumas reações de oxirredução são espontâneas e outras não?
- 2) Em que consiste a corrosão sofrida por certos metais – fenômeno que causa muitos prejuízos ao ser humano – e que meios existem para retardá-la ou evitá-la?
- 3) Quais as causas do escurecimento dos objetos de prata e o que fazer para eliminá-lo?
- 4) Quais as causas da coloração esverdeada em ligas metálicas; que possuem cobre ou de cobre puro?

4º MOMENTO


Abordar de forma expositiva o conteúdo de eletroquímica usando slides e projetor da Aula 1.

Aula 1. Conteúdo Expositivo sobre Eletroquímica




ELETROQUÍMICA

Prof. Tatiane Federizzi



O QUE VOCÊ PENSA A RESPEITO?

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem ao lado.



- 1- emissão
- 2- reação de oxidação
- 3- diferença de potencial
- 4- célula galvânica
- 5- pilha
- 6- célula de combustível
- 7- recarga



Pare e situe-se!

- 1- Como funcionam alguns dos tipos de baterias de aparelhos eletrônicos e qual a diferença entre uma comum e uma recarregável?
- 2- Por que algumas reações de oxirredução são espontâneas e outras não?
- 3- Em que consiste a corrosão sofrida por certos metais - fenômeno que causa muitos prejuízos ao ser humano - e que meios existem para retardá-la ou evitá-la?
- 4- Quais as causas do escurecimento dos objetos de prata e o que fazer para eliminá-lo?



Foto: <https://i1.static.br.safesite.com.br/br/safesite/imagens/objetos-oxi-danificados-regulamento-pedagogico-dos-metacos-casando-grande-parte-economia-social-1313280354.jpg>



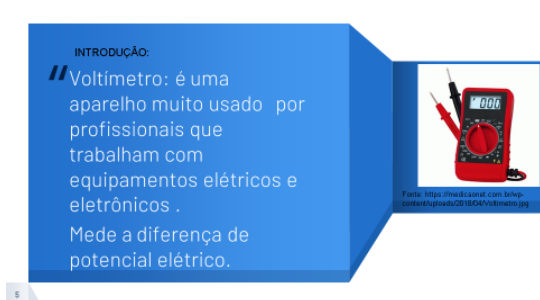
INTRODUÇÃO:

Eletroquímica:

É uma parte da Química que estuda a relação entre a corrente elétrica e as reações químicas de transferência de elétrons (reações de oxirredução)



Foto: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/ElectrochemicalCell.png>



INTRODUÇÃO:

Voltímetro: é uma aparelho muito usado por profissionais que trabalham com equipamentos elétricos e eletrônicos. Mede a diferença de potencial elétrico.


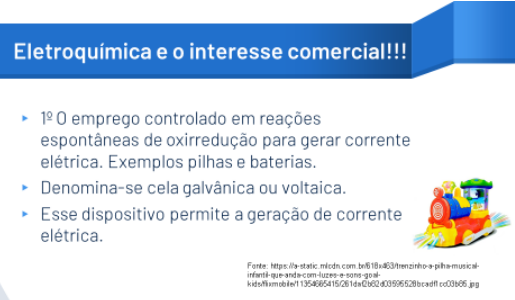


Foto: <https://media.istockphoto.com/br/wp-content/uploads/2018/04/1809181780.jpg>



Eletroquímica e o interesse comercial!!!

- ▶ 1º O emprego controlado em reações espontâneas de oxirredução para gerar corrente elétrica. Exemplos pilhas e baterias.
- ▶ Denomina-se cela galvânica ou voltaica.
- ▶ Esse dispositivo permite a geração de corrente elétrica.


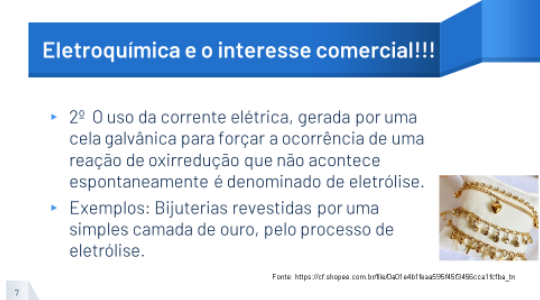


Foto: <https://i4-static.medn.com.br/618/a63/freznho-pilha-musical-infantil-que-anda-com-luzes-e-som-galvao-kudo/medn/173485415/01164/D4/03159522b1cedf1ec03b65.jpg>



Eletroquímica e o interesse comercial!!!

- ▶ 2º O uso da corrente elétrica, gerada por uma cela galvânica para forçar a ocorrência de uma reação de oxirredução que não acontece espontaneamente é denominado de eletrólise.
- ▶ Exemplos: Bijuterias revestidas por uma simples camada de ouro, pelo processo de eletrólise.


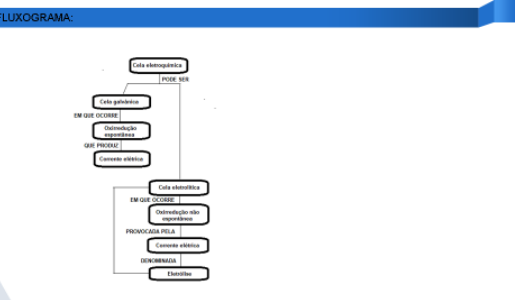


Foto: https://if.sloppa.com.br/ta/Ca27/p481/aa659E9456cca1c/bta_in

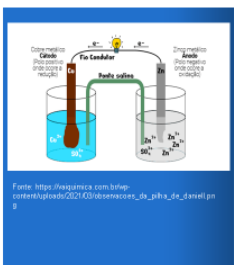


FLUXOGRAMA:

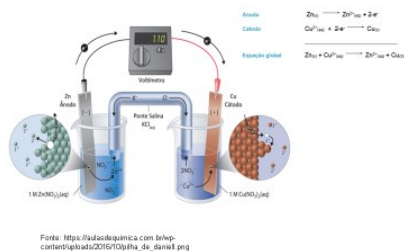
```
graph TD
    A[Cela eletroquímica] --> B[PODE SER]
    B --> C[Cela galvânica]
    B --> D[Cela eletrolítica]
    C --> E[EM QUE OCORRE]
    E --> F[Oxidação espontânea]
    E --> G[OU PROCESSO]
    G --> H[Corrente elétrica]
    D --> I[Cela eletrolítica]
    I --> J[EM QUE OCORRE]
    J --> K[Oxidação não espontânea]
    K --> L[PROVINDO DA PILA]
    L --> M[Corrente elétrica]
    M --> N[DETERMINADA]
    N --> O[Eletrólise]
```


PILHA DE DANIELL:

Construída pela inglês John Daniell em 1836, em uma época onde ocorreu a expansão dos telégrafos com fio, onde exigia fontes de correntes elétricas, para uso nesse meio de comunicação.

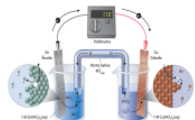


CELA ELETROQUÍMICA



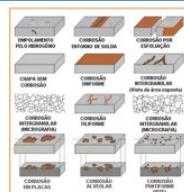
PROCESSO DE CORROSÃO:

A **corrosão** é um processo de oxirredução, ou seja, um material (no caso, o metal) sofre oxidação (perde elétrons), e o outro, redução (ganha elétrons). Para sofrer oxidação, o metal deve apresentar um potencial de redução (Ered) menor que o material que entrou em contato com ele.

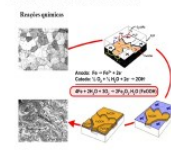


Quem oxida?
Quem reduz?
Quem é o agente oxidante?
Quem é o agente redutor?

FORMAS DE CORROSÃO:



Mecanismos de corrosão



Como a QV pode auxiliar na inibição da corrosão?

- ▶ A Qv pode auxiliar na produção de inibidores menos:
 - ▶ Poluidores do meio ambiente.
 - ▶ Reduzindo os rejeitos.
 - ▶ Reduzindo a toxicidade dos produtos.
 - ▶ Redução do uso de fontes não renováveis.
 - ▶ Reduzindo os riscos de poluição ao meio ambiente.
 - ▶ Matéria prima alternativa, menos tóxicas.
 - ▶ Processo com menos etapas.



Fonte: <https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/young-plant-growing-in-soil>

Considerações Finais

- ▶ O estudo da eletroquímica proporciona o entendimento de fenômenos naturais espontâneos ou não como a corrosão.
- ▶ Provoca o estudo de novos caminhos para a inibição desse fenômeno através de inibidores que agiram menos o meio ambiente.
- ▶ Esclarecem o fenômeno da produção de corrente elétrica através das reações químicas.

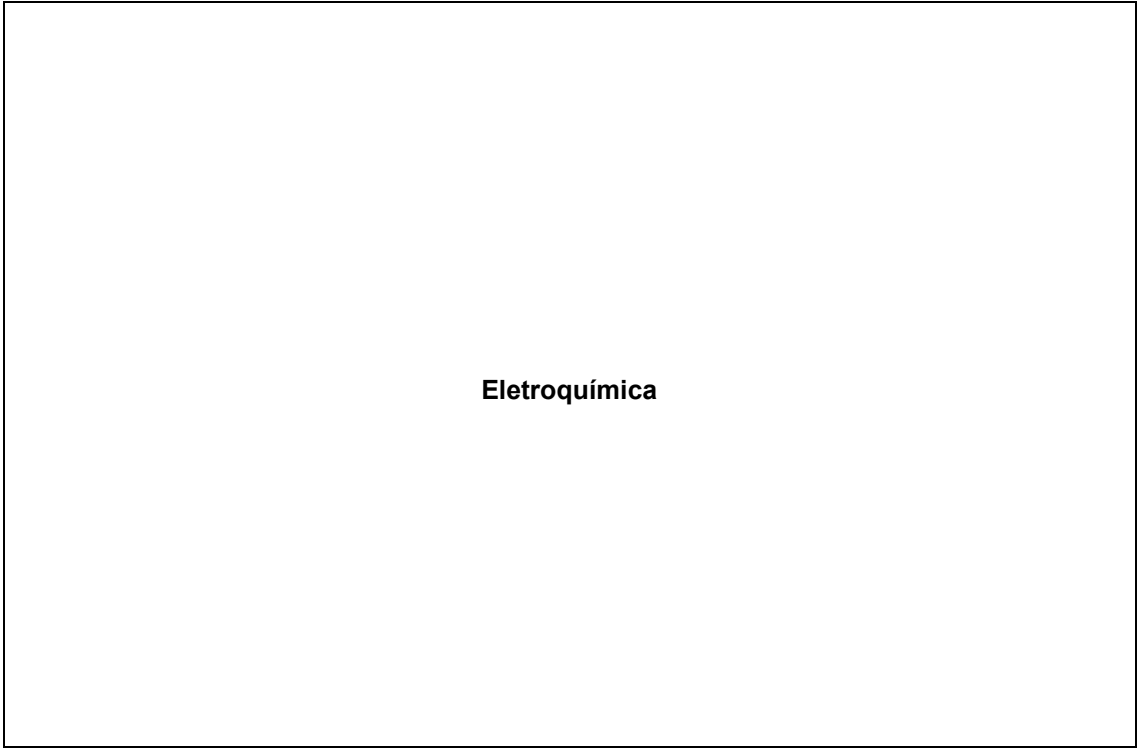
Referências Bibliográficas:

- ▶ FELTRE, Ricardo, **Curso Básico de Química – Físico-Química**, V02, Editora Moderna, 1ª Edição, São Paulo, SP, 1985.
- ▶ PERUZZO, Francisco H., CANTO Eduardo L. de, **Química na abordagem do cotidiano: Físico-Química**, V02, Editora Moderna, 4ª Edição, São Paulo, SP, 2008.

5º MOMENTO

Nesta etapa será proposta a Atividade 1, aos alunos que se organizem em grupo e produzam um mapa mental, relacionando a Eletroquímica, Corrosão e Química Verde.

Atividade 1. Mapa Mental

MAPA MENTAL ELETROQUÍMICA	
COLÉGIO:	_____
ALUNO (A): _____	Data: ___ / ___ / ___
PROFESSORA:	_____
	
Eletroquímica	

e) Referências e leituras Complementares

COVRE, G. J. **Química Total -Manual do Professor**, São Paulo, 2001.

FELTRE, R. **Curso Básico de Química – Físico Química, vol. 2**, 1º Edição, São Paulo, SP: Editora Moderna. 1985.

LEMBO, A. **Química – Realidade e Contexto**. São Paulo: Editora Ática 1999.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação Do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**. Curitiba: SEED, 2008.

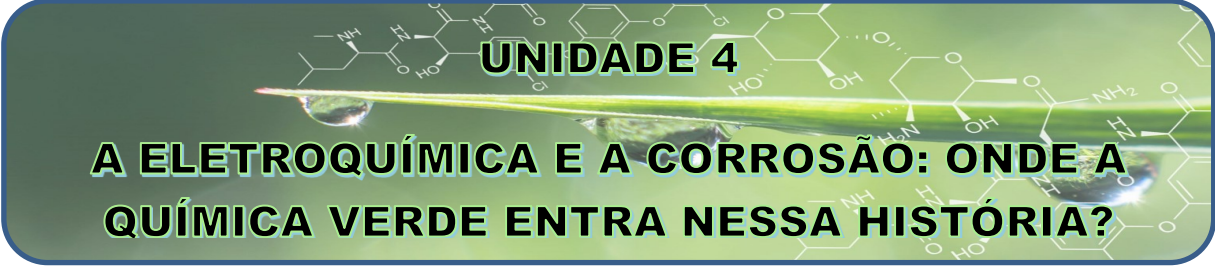
PERUZZO, F. M., CANTO E. L. de, **Química na abordagem do cotidiano: Físico Química**, vol. 02, 4º Edição, São Paulo, SP: Editora Moderna, 2006.

<http://www.crvindustrial.com/blog/corrosao-o-que-e-por-que-ocorre>

<https://engenheirodemateriais.com.br/tag/corrosao-eletroquimica/>

http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_margarete_raitz.pdf

MIRANDA, A. de J. a.; SILVA, A. L. P.; SÁ-SILVA, J. R. Corrosão no ensino de Química: uma análise dos artigos publicados em Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**. v.42, n. 4, p. 322-329, 2020.



UNIDADE 4

A ELETROQUÍMICA E A CORROSÃO: ONDE A QUÍMICA VERDE ENTRA NESSA HISTÓRIA?

a) **Tempo: 4 aulas** (200 minutos)

b) **Objetivos:**

- Discutir a importância do estudo da eletroquímica;
- Pesquisar quais são os inibidores mais usados atualmente e seu rastro poluidor;
- Debater como a Química Verde pode ajudar a inibir o processo corrosivo;
- Discutir as propriedades do Hibisco Colibri como matéria prima, para a produção de um inibidor verde da corrosão.

c) **Recursos didáticos:**

- Computador;
- Dicionário;
- Texto impresso;

d) **Encaminhamento metodológico:**

1º MOMENTO

Nesse momento, explorar os efeitos negativos da corrosão, as possíveis intervenções para inibir o efeito nocivo, e a Química protagonista e aliada do meio ambiente e da sustentabilidade, através da Figura 1, Texto 1 e Vídeo 1.

Figura 1. Charge – Corrosão.



<http://hquimica.webnode.com.br/charges-humoradas/>. Acesso em 2/5/2014

Figura 1: Charge - Corrosão

Fonte: <https://kuadro-static.storage.googleapis.com/defb17d027f34e77ba01aef6e3841b00>

Texto 1. Corrosão e seus efeitos nocivos

Corrosão e seus efeitos nocivos

Conceitos básicos sobre da corrosão

A corrosão pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso.

Alguns autores também consideram como corrosão a deterioração, por ação química do meio, de materiais não metálicos, como, por exemplo, o concreto, borracha, polímeros e madeira. Assim a deterioração do cimento por ação de sulfato, a perda da elasticidade da borracha devido à oxidação por ozônio, a perda da resistência da madeira exposta à solução de ácidos ou sais ácidos devido à hidrólise da celulose são considerados casos de corrosão.

Sendo a corrosão, em geral um processo espontâneo, está constantemente transformando os materiais metálicos, reduzindo sua durabilidade e desempenho, fazendo com que os mesmos deixem de atender os fins a que se destinam.

Formas de corrosão

Os processos corrosivos podem ser classificados como:

- **Corrosão eletroquímica** – ocorre na presença de um meio eletrolítico
- **Oxidação direta** - ocorre na ausência de um meio eletrolítico

Quanto à forma é possível dividi-los em quatro grupos:

- **Uniforme** – ocorre em toda a extensão da superfície metálica provocando desgaste homogêneo.
- **Localizada** – ocorre em regiões isoladas da superfície metálica.
- **Seletiva** – ataca apenas determinados componentes de uma liga metálica.

- **Intergranular** ou **transgranular** – ocorre microscopicamente na estrutura cristalina do metal.

Finalmente quanto à fenomenologia, a corrosão apresenta oito classificações sendo estas:

- **Galvânica** – Formação de um par Redox entre dois metais;
- **Célula oclusa** – devido à diferença de aeração entre dois meios;
- **Corrosão-erosão** – devido ao desgaste contínuo de camadas protetoras do metal;
- **Corrosão fadiga** – devido à solicitação mecânica;
- **Corrosão sobre tensão** – ocorre em materiais tensionados ou sob pressão;
- **Corrosão atmosférica** – devido aos agentes presentes no próprio ar;
- **Corrosão microbiológica** – devido à microrganismos que metabolizam determinadas substâncias e excretam ácidos como produtos metabólicos, atacando assim os metais.
- **Ataque por hidrogênio** – devido ao alojamento de hidrogênio atômico em poros e cavidades do metal, gerando fraturas.

Meios corrosivos

Existem diversos meios que propiciam os fenômenos corrosivos, cada um apresentando características próprias que resultam também em estudos distintos dos mecanismos de ação e formas de combate.

Dentre os meios existentes os mais frequentemente encontrados são:

Atmosfera;	Águas naturais;
Solo;	Produtos químicos;
Alimentos;	Substâncias fundidas;
Solventes orgânicos;	Madeira e plástico (polímeros).

Os fenômenos de corrosão de metais envolvem uma grande variedade de mecanismos, que podem ser reunidos em quatro grupos, a saber:

- Corrosão em meios aquosos (90%)
- Oxidação e corrosão em altas temperaturas (8%)
- Corrosão em meios orgânicos (1,8%)
- Corrosão por metais líquidos (0,2%)

Entre parênteses está indicada, de forma estimada, a incidência de cada um dos tipos de corrosão.

Nota-se de longe, que a corrosão em meios aquosos é a mais comum.

A própria corrosão atmosférica, que é um dos meios de maior incidência, ocorre pela condensação da umidade na superfície do metal. A adição de produtos químicos na água pode aumentar ou diminuir sua ação corrosiva. Sais como cromato de sódio ou potássio, nitrito e fosfato de sódio, por exemplo, agem como inibidores de corrosão em meio aquoso, ou em outros meios contendo álcool, gasolina ou petróleo. Os íons cloretos, quando dissolvidos em água, aumentam muito a sua ação corrosiva, provocando ação perfurante ou fraturante, que são as formas mais sérias de corrosão, que quase todos os materiais metálicos apresentam. Na apreciação do caráter corrosivo da água também devem ser considerados o pH, a temperatura, a velocidade e a ação mecânica.

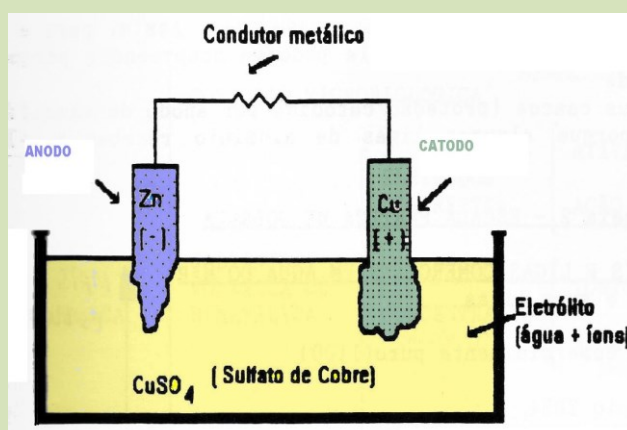
Principais diferenças entre corrosão eletroquímica e química.

A corrosão eletroquímica é a mais frequente na natureza, para que ocorra será necessário a transferência de elétrons, isto é, a ocorrência de reações de oxirredução. Este tipo de corrosão

desencadeia-se através da formação de uma pilha de corrosão eletroquímica, a qual contém obrigatoriamente quatro elementos:

- **Ânodo:** Região em que ocorrem as reações de oxidação. Consequentemente, é a superfície na qual a corrosão ocorre.
- **Cátodo:** Região em que ocorrem as reações de redução. Assim, a superfície torna-se protegida, não há corrosão.
- **Eletrólito:** Solução condutora que envolve o cátodo e o ânodo.
- **Ligação elétrica** entre cátodo e ânodo.

O exemplo das pilhas de corrosão eletroquímicas são as pilhas galvânicas, aquelas formadas entre dois metais diferentes. Este tipo de pilha faz uso das reações de oxirredução.



Fonte: <https://engenheirodemateriais.files.wordpress.com/2015/11/corrosao-galvanica-001.jpg>

A formação das pilhas galvânicas é apenas uma das formas de corrosão, podemos citar abaixo três formas de corrosão passíveis de ocorrer como:

- **Pilha de ação local:** É causada em um mesmo metal devido a heterogeneidades em sua composição química, textura ou mesmo em suas tensões internas de uma região para outra. Assim, qualquer diferença no material, sejam poros, inclusões, trincas, diferentes estados de tensão, acabamento superficial ruim, diferença nos tamanhos de grão, tratamentos térmicos diferentes, materiais de épocas diferentes, entre outros, irá desencadear um processo de corrosão eletrolítica. Por esta razão, este tipo de pilha é o mais frequente na natureza.
- **Pilha ativo-passiva:** Ocorre em materiais que formam películas apassivadoras, aquelas que são formadas por um processo corrosivo mas que tem ação protetora, recobrando a superfície de um material metálico e impedindo que o processo corrosivo tenha continuidade. Como o material está protegido, se houver por alguma razão um dano na película em alguma região da superfície, esta região será extremamente suscetível à corrosão. Isto ocorrerá porque se formará uma pequena região anódica em meio à uma imensa região catódica, levando à primeira a uma forte corrosão localizada, característica das pilhas ativo-passivas.
- **Pilhas de concentração e de aeração diferencial:** Ocorrem respectivamente em condições em que um metal é exposto a diferentes concentrações de seus próprios íons ou de oxigênio. A região mais concentrada em íons será protegida, enquanto a menos concentrada sofrerá corrosão. De forma

semelhante, para o gás oxigênio também ficará protegida a região mais aerada e será atacada aquela com menor teor de oxigênio.

Corrosão do aço em meio ácido

Os principais ácidos empregados na limpeza e tratamento da superfície dos aços são: ácido sulfúrico, clorídrico, fosfórico e nítrico. Além da ação desejada de dissolução dos óxidos de ferro, que constituem a ferrugem e calamina, esses ácidos corroem o metal base com despreendimento de hidrogênio, o que acarreta numerosos inconvenientes.

A indústria de petróleo é um dos setores onde há grande incidência de problemas associados a processos de corrosão, que podem ocorrer nas etapas de extração do óleo e gás, durante o transporte, em operações de refino e, também, na estocagem dos produtos finais. Na extração, destaca-se a acidificação da matriz, realizada com o objetivo de promover a estimulação de poços de petróleo, etapa necessária como consequência do depósito de substâncias sólidas que obstruem parcialmente os espaços porosos e canais da matriz rochosa, diminuindo assim a capacidade de produção do poço. Uma solução de ácido clorídrico de 15 a 28% (m/v) é usualmente empregada em caso de rochas carbonáticas. A utilização do ácido clorídrico, contudo, apresenta limitações. A principal delas é a elevada taxa de corrosão imposta aos diferentes materiais metálicos que constituem a estrutura do poço. A corrosão sofrida pelo aço-carbono se concentra principalmente no ferro, componente de maior percentual. A indústria dos inibidores de decaopagem, cuja ação assenta essencialmente em fenômenos de adsorção, adquiriu grande dimensão; os inibidores mais utilizados são, em geral, compostos orgânicos contendo enxofre e/ou nitrogênio.

Mecanismos da corrosão

Os mecanismos presentes na corrosão podem ser classificados em:

Mecanismo eletroquímico: figura-se quando ocorrem reações químicas que envolvem transferência de carga ou elétrons através de uma interface ou eletrólito. São os casos de corrosão em que os materiais metálicos estão em presença de um eletrólito podendo este estar em solução ou fundido. Neste tipo de corrosão os elétrons são cedidos em uma região e recebidos em outra, surgindo com isso uma pilha de corrosão. Esse processo pode ser decomposto em três etapas principais:



1. **Processo anódico:** passagem de íons para a solução
2. **Deslocamento de elétrons e íons:** transferência de elétrons das regiões anódicas para as catódicas pelo circuito metálico e difusão de ânions e cátions para a solução
3. **Processo catódico:** recepção de elétrons, na área catódica, pelos íons ou moléculas presentes na solução.

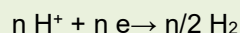
No mecanismo eletroquímico ocorrem as chamadas reações catódicas e anódicas, inerentes aos processos das etapas mencionadas. Podemos representar tais reações para um metal genérico M.

Reação anódica – oxidação do metal M

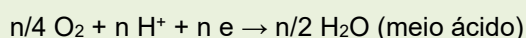


Reações catódicas:

- redução do íon H^+ (meio ácido)



- redução do oxigênio:



Mecanismo químico: neste caso há reações diretamente entre o material, metálico ou não, e o meio corrosivo, não havendo geração de corrente elétrica, ao contrário do mecanismo anterior.

Estratégias de combate/prevenção da corrosão.

Atualmente existem diversos métodos e práticas ao combate da corrosão no intuito de neutralizar ou minimizar os danos associados à mesma.

Tais técnicas podem ser classificadas em:

1. Métodos baseados na modificação do processo

Projeto da estrutura; Condições da superfície; Por aplicação de proteção anódica

2. Métodos baseados na modificação do meio corrosivo

Desaeração da água ou solução neutra; Purificação ou diminuição da umidade do ar; Adição de inibidores de corrosão

3. Métodos baseados na modificação do metal

Aumento da pureza; Adição de elementos; Tratamento térmico

4. Métodos baseados em revestimentos protetores

Revestimento com produtos da reação - tratamento químico ou eletroquímico da superfície metálica; Revestimentos orgânicos – tintas, resinas, polímeros etc.; Revestimentos inorgânicos – esmaltes, cimentos, etc. ; Revestimentos metálicos; Proteção temporária – faz-se com inibidor impregnado em papel Kraft ou plásticos, para proteção durante armazenagem ou transporte.

Em todos esses métodos usados para controlar a corrosão, o fator econômico é primordial. Qualquer medida de proteção será vantajosa economicamente se o custo de manutenção baixar. Daí ser necessário um balanço econômico para julgar as vantagens da medida de proteção recomendadas para um determinado equipamento.

FONTE: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/6050> - acesso em 08/02/2022

Vídeo 1. Introdução a corrosão



Vídeo 1. Introdução a corrosão

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Cyp5J9ph-EQ>

DIALOGANDO

- 1) Quais são os efeitos negativos causados pela corrosão na economia de um país?
- 2) Quais são os meios possíveis para inibição da corrosão?
- 3) Quais são os avanços da ciência frente esse assunto?
- 4) Como a Química Verde pode ajudar a inibir esse processo?

2º MOMENTO

Explorar o papel dos inibidores alternativos na ajuda ao combate da corrosão, diminuindo os efeitos prejudiciais ao meio ambiente, através do Texto 1 e do Texto 2.

Texto 1. A corrosão e os inibidores verdes.

INIBIDORES DE CORROSÃO

Os processos corrosivos ocorrem de forma espontânea pela ação química ou eletroquímica do meio ambiente causando, muitas vezes, a degradação de materiais metálicos. A corrosão é um fenômeno prejudicial presente em diversas situações do cotidiano.

Os inibidores da corrosão são compostos químicos com capacidade de retardar o processo de corrosão, podendo ser útil para reduzir a taxa do surgimento da corrosão.

Como um inibidor funciona.

Primeiro ocorre a fixação das moléculas do fluido sólido, podendo ser em um metal, concreto, plástico entre outros.

No segundo momento após a fixação, surge a formação de um filme fino na superfície que funciona como barreira de impedimento, ou seja, capa protetora.

Por último ocorre a modificação do meio corrosivo pela formação de elementos que agem como barreira física, ou pela reação com íons ou substâncias agressivas presentes.

Classificação dos inibidores.

Inibidor anódico - influenciam nas reações de oxidação dos metais.

Inibidor catódico – inibem as reações catódicas, por meio de um mecanismo que incluem mistura de oxigênio dissolvido na solução formando elementos insolúveis, que se depositam na superfície do metal, possuindo uma menor eficiência que o anódico.

Outra forma de classificar um inibidor é pela sua composição química, podendo ser inorgânico ou orgânico ou seu campo de aplicação.

Na tentativa de mitigar a corrosão dos materiais, a partir da década de 1950, iniciou-se o desenvolvimento de inibidores químicos, com isso surgiu uma nova preocupação global acerca da toxicidade desses inibidores aos seres humanos e ao meio ambiente. Esse problema motivou a pesquisa



por inibidores menos tóxicos, os chamados inibidores verdes. Os inibidores de corrosão da linha verde são biodegradáveis e não contêm metais pesados ou outros compostos tóxicos, podem ser produzidos a partir do reaproveitamento dos descartes industriais, restos de alimentos, bagaços de processos, extratos de plantas, buscando a menor formação de rejeitos, menos etapas de processos, menor consumo de energia e agressão ao meio ambiente. Além de

possuírem manuseio seguro, os extratos vegetais usados nesse tipo de inibidor costumam apresentar um menor custo e podem ser obtidos por um simples processo de extração

Fonte: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6381>

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=H6W1JMqGnSA>

Texto 2. O estudo da planta do Hibisco Colibri

HIBISCO COLIBRI

O Hibisco Colibri *de nome* científico *Malvaviscus arboreus*, é originário do México e do norte da América do Sul, uma planta que pode atingir até 4 metros de altura, muito usada como cerca viva ou isolada, com floração praticamente o ano inteiro, porém mais abundante na primavera e verão.

O *Malvaviscus arboreus*, é tanto uma erva medicinal quanto culinária, em que tanto as folhas como as flores e o fruto da planta são comestíveis, sendo nas pétalas encontrada a maior parte dos compostos bioativos oriundos do metabolismo secundário, como os compostos fenólicos (ácidos fenólicos, polifenóis e flavonoides) e ácidos graxos. Desta forma, as flores são interessantes fonte de antioxidantes e seu consumo in natura, assim como seus extratos, podem trazer benefícios para a saúde humana, podendo ser adicionado também, como coadjuvantes em diversos pratos da nossa culinária.

Diversas espécies vegetais são ricas em substâncias contendo anéis aromáticos, insaturações, átomos de oxigênio, nitrogênio e enxofre, capazes de interagir e até se complexar com metais, possibilitando a redução dos processos corrosivos. As principais classes presentes nos extratos incluem os ácidos orgânicos, as quinonas, os flavonoides, as catequinas, terpenóides, alcaloides, além de aminoácidos, proteínas, polissacarídeos e vitaminas que não têm efeitos adversos significativos sobre os organismos vivos e o meio ambiente.



Por isso as folhas do Hibisco colibri fazem parte de estudos da linha verde para produção de um inibidor verde da corrosão através do seu extrato alcóolico.

Fonte: https://quri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/17583/seer_17583.pdf acesso em 13/03/2022



- 1) Onde a QV entra nessa história?
- 2) Qual o papel dos inibidores verdes?
- 3) Pode-se pensar em proteção dos materiais metálicos sem agredir o meio ambiente?
- 4) Quais são as aplicabilidades do hibisco colibri?

3º MOMENTO

Nesse momento propor aos alunos realização da Atividade 1 que consiste em exercícios sobre eletroquímica e corrosão, exploradas na Unidade 3 e 4.

Atividade 1. Exercícios sobre Corrosão

EXERCÍCIOS

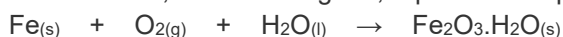
COLÉGIO _____

ALUNO(A) _____

PROFESSORA: _____

DATA: ____/____/2022.

- 1- As peças fabricadas a partir de ligas metálicas que contêm ferro tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão é um processo eletroquímico e, no caso do ferro, ocorre a precipitação do óxido de ferro (III) hidratado, substância de cor alaranjada pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:



Á partir da reação responda:

- Quem é o Óxido de Ferro (III)? _____
- Balanceie a equação pelo método de oxirredução.
- Quem é o ânodo? _____
- Quem é o cátodo? _____
- Quem é o agente redutor? _____
- Quem é o agente Oxidante? _____
- Marque dentro das alternativas abaixo, uma forma de impedir o processo corrosivo nas ligas metálicas:
 - renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.
 - evitar o contato das peças com o calor, isolando-o termicamente.
 - impermeabilizar a superfície das peças, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
 - esterilizar frequentemente as peças, impedindo a proliferação de bactérias.
 - guardar as peças em embalagens isolando-os do contato com outros objetos.

- 2- Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste em uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

- alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
- romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
- prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
- desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

- 3- O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas

fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma “lenda urbana”, pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem. Qual a real função do anel da lata?

4- Uma maneira simples de prevenir a corrosão consiste em proteger a superfície metálica pela pintura. Outra forma de proteção é a galvanização, que consiste na aplicação de uma camada de zinco à superfície do ferro. Grandes estruturas podem ser protegidas pela sua conexão a um bloco de zinco ou magnésio, qual a outra forma de evitarmos a corrosão?

5- Quais fatores aceleram a corrosão?

6- Como a química verde pode contribuir para diminuir o processo corrosivo em materiais com menor agressão ao meio ambiente/

e) Referências e leituras Complementares

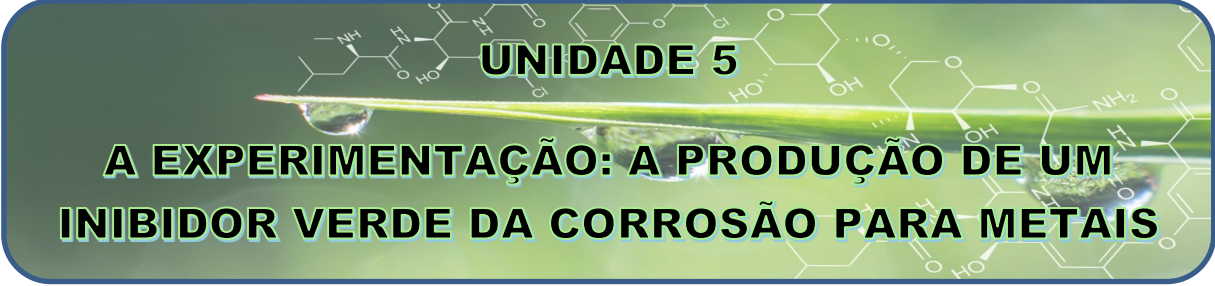
BEZERRA, L. M. et al. **Ser Protagonista: Química**. Vol. 02. 3ª Edição. São Paulo – SP. 2016.

MACHADO, A. L.; AZEVEDO, M. L.; JACQUES, A. C. **Atividade Antioxidante em Flor de Malvavisco**, 10 Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIEPE 6 a 8/11/2018. Link: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/17583/seer_17583.pdf - acesso em 13/03/2022.

NORONHA, D. V. C.; CUNHA, J. D. da. **Inibidores de Corrosão da Linha Verde: estado da arte**, Universidade Federal Rural Do Semiárido – UFRSA, 09/02/2020. Link: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6381> acesso em 06/03/2022.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação Do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**. Curitiba: SEED, 2008.

ROMUALDO, M. V. dos S. **Estudo de Inibidores sintéticos de Corrosão para o Aço Carbono 1020 em meios altamente corrosivo**, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 18/02/2012. Link: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/6050> - acesso em 08/02/2022.



UNIDADE 5

A EXPERIMENTAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM INIBIDOR VERDE DA CORROSÃO PARA METAIS

a) Tempo: 4 aulas (200 minutos)

b) Objetivos:

- Conhecer os princípios ativos presentes na folha do Hibisco Colibri;
- Desenvolver e aplicar técnicas laboratoriais de extração, filtração e destilação simples;
- Contextualizar os conteúdos de eletroquímica, com o tema proposto.

c) Recursos didáticos:

- Computador;
- Laboratório de Ciências equipado com itens de extração;
- Texto impresso.

d) Encaminhamento metodológico:

1º MOMENTO

Nesse momento os alunos irão relembrar das técnicas laboratoriais de separação de materiais, como filtração, extração e destilação simples, através dos Texto 1 e Vídeos 1 e 2.

Texto 1. Métodos de Separação.

MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE MATERIAIS

Encontramos na natureza diversas substâncias importantes para o bem estar da humanidade, mas a maioria delas estão na forma de misturas homogêneas ou heterogêneas.

Devido a isso várias técnicas de separação foram desenvolvidas ao longo das décadas, possibilitando o conhecimento de suas propriedades físico-químico.

Cada vez mais, os métodos de separação vêm sendo usados em processos laboratoriais e industriais, como os que serão apresentados abaixo.

A filtração é um método de separação simples, com o objetivo de separar um líquido de um sólido, pelo uso de funil e papel filtro, como mostra a figura 1 abaixo.



Figura 1 – Filtração.

A extração é um método de separação de materiais que consiste em separar de uma solução de dois líquidos, ou de um sólido e um líquido suas frações componentes. Para essa operação é necessário que uma das frações componentes sejam quimicamente reativas ou solúveis.



Figura 2 – Extração.

Destilação Simples é um método de separação de mistura homogênea que consiste separa dois líquidos, ou um sólido dissolvido em um líquido por diferença de ponto de ebulição, onde o solvente será evaporado e separado da mistura.

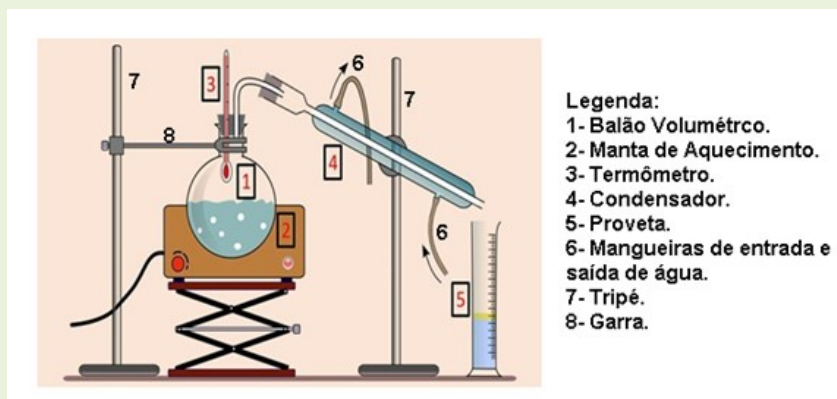


Figura 3 – Destilação simples.

O uso de métodos de separação de materiais ajuda o desenvolvimento da ciência tecnologia e da sociedade, buscando novos materiais, matérias primas alternativas para um desenvolvimento mais sustentável.

Fonte: REIS, Marta – **Química**: Volume 1 Ensino Médio. São Paulo: Editora Ática, 2016.

Vídeo 1. Extração por solvente.

Para melhor compreensão dos alunos o processo de extração, as etapas, os materiais utilizados e os métodos possíveis de serem usados.



Vídeo 1 – Extração por solventes

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=UMtNW6B_AGc

Vídeo 2. Destilação Simples

Para melhor compreensão dos alunos a forma como será conduzida a destilação, os equipamentos utilizados e o processo.



Vídeo 2 – Destilação Simples

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=fSG4P8QSxol>



- 1) Você já participou de aulas laboratoriais que realizassem métodos de separação? O que você lembra sobre isso?
- 2) Em sua residência vocês realizam métodos de separação? Quais?
- 3) Os alimentos, bebidas, ou outros materiais que faz uso, foram industrializados partindo de matérias primas separadas? Opine!

2º MOMENTO

Nesse momento será apresentado aos alunos a proposta de uma aula prática investigativa, através do Texto 1.

Texto 1. Roteiro Experimental

EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO INVESTIGATIVO: OBTENÇÃO DE UM INIBIDOR VERDE DA CORROSÃO

A atividade demonstrativa investigativa, seguirá estratégias elaboradas pelo professor, levando em conta as condições operacionais do colégio que será aplicado o experimento.

A experimentação possibilita a introdução de teorias por meio da observação, proporcionando contribuições muito importantes no ensino da química, possibilitando:

- i- que o professor controle as ações e dinâmica do experimento, explicando o passo a passo das etapas e o propósito desejado com a sua realização;
- ii- concentrar a atenção dos estudantes em aspectos específicos os quais se deseja observar;
- iii- evitar acidentes, já que o experimento será demonstrativo;
- iv- utilização de locais adequados para a realização do experimento.

Condução da atividade demonstrativa investigativa:

- a) Iniciar com uma situação problema.
- b) Problema.
- c) Conhecimento prévio do assunto.
- d) Informações

- e) Hipótese e Sugestões.
- f) Pré-laboratório
- g) Laboratório
- h) Questões para análise dos dados.
- i) Conclusão.

j) Aplicação.

k) Questão para discussão.

OBJETIVO:

Realizar a extração de um inibidor de corrosão verde a partir das folhas do Hibisco Colibri.

MATERIAIS:

Destilador simples.

Balão volumétrico 250ml

Manta aquecedora com agitação.

Proveta.

Folhas de hibisco colibri

Etanol 90%.

Suporte.

Garra.

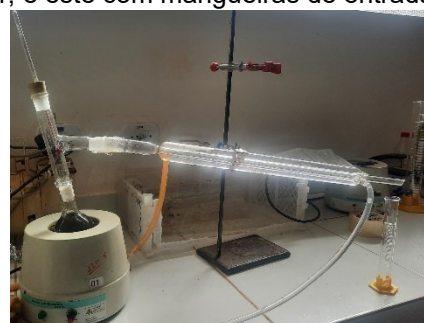
Termômetro.

MONTAGEM:

A montagem de um destilador simples, requer muito cuidado, pois suas peças são todas de vidro, precisam encaixar-se com exatidão.

O balão volumétrico estará conectado com o condensador, e este com mangueiras de entrada e saída de água que tem como objetivo resfriar o vapor, a proveta estará posicionada na saída do condensador para receber o líquido separado, e isso será aquecido por uma manta aquecedora com agitação.

O balão volumétrico ainda estará fechado por uma rolha e termômetro, necessário para verificar o momento que a temperatura permanece constante com a passagem do tempo, temperatura de ebulição.



DIALOGANDO

1) Quais os objetivos do experimento?

2) Qual o método de separação mais importante usado nessa prática e por quê?

3) Essa mistura pelo seu comportamento de aquecimento é uma mistura homogênea EUTÉTICA ou AZEOTRÓPICA? Por quê?

4) Ficou claro a partir do experimento realizado quem é o reagente alternativo para a produção do inibidor verde? Quem seria ele?

5) De que maneira os princípios da Química Verde aparecem nesse experimento?

6) Qual a palavra-chave da Química Verde?

7) Quais são os maiores desafios da Química Verde?

3º MOMENTO

Propor a realização de um questionário (Atividade 1) sobre o Experimento Demonstrativo Investigativo realizado, com o objetivo de diagnosticar as percepções dos alunos sobre o experimento e sua relevância para a sociedade.

Atividade 1. Questionário do experimento

EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO INVESTIGATIVO OBTENÇÃO DE UM INIBIDOR VERDE DA CORROSÃO

COLÉGIO:

ALUNO (A)

DATA: ___/___/2022.

PROFESSORA:

Questões iniciais:

1- Após o início da destilação, em qual temperatura a solução alcóolica de Hibisco Colibri entra em ebulição e o que acontece com a temperatura?

2- Quanto tempo demorou para o início da ebulição?

3- Qual a substância que está sendo separada no 1º momento?

Durante o experimento:

4- Pela literatura quais as substâncias que estariam presente nesse extrato?

5- O que se espera dessas substâncias?

Discussão dos resultados:

6- Qual o aspecto do extrato produzido? (cor, odor, viscosidade)

7- Qual o resultado obtido após a aplicação do extrato na amostra (prego), e imergido em ácido sulfúrico?

8- Qual a importância desse novo ramo da Química – Química Verde, para a sociedade?

9- Ao observar os rótulos de produtos, tem algum que se refere a tecnologias alternativas para diminuir a agressão ao meio ambiente?

4º MOMENTO

Para fechamento da unidade, será feito um debate sobre tudo o que foi proposto no experimento, e se os temas abordados foram relevantes para o entendimento do assunto Química Verde, eletroquímica e corrosão. Na Sequência será solicitado aos estudantes que realizem a Atividade 2 como forma de relato e análise da Sequência Didática proposta.

Atividade 2. Relato

Relato de Avaliação

COLÉGIO:

ALUNO (A)

DATA: ___/___/2022.

PROFESSORA:

A partir dos temas estudados e das atividades realizadas, bem como textos, vídeos e informações discutidas relate quais foram os conhecimentos que você adquiriu e quais foram suas impressões e opiniões sobre a Sequência Didática usada em aula.

PITANGA, A. F. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde:(re)pensando paradigmas. **Revista Ensaio**. v. 18, n. 3, p. 141-159, 2016.