

## Química ambiental aplicada ao Ensino Médio através de experimentos laboratoriais

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.009-035>

### **Renata Jogaib Mainier**

Doctor in Sciences, Universidade Salgado de Oliveira  
(UNIVERSO)  
E-mail: renatamainier@gmail.com

### **Fernando B. Mainier**

Full Professor, Doctor in Sciences, Universidade Federal  
Fluminense (UFF)  
E-mail: fmainier@uol.com.br

---

### **RESUMO**

O processo educativo tem que estar atento e ser um agente aglutinador dos momentos e das mudanças que estão ocorrendo no mundo, objetivando o presente e o futuro do homem, pois é fundamental que os seres humanos conheçam e compreendam o funcionamento dos principais processos industriais que se relacionam, direta ou indiretamente, com a natureza diante dos inúmeros acidentes tecnológicos que têm deixado rastros de destruição no globo terrestre. Consequentemente, o conhecimento da Química Ambiental na escola secundária, deve ser um dos vetores formais de transformação em nível de ensino, visando e incentivando a formação da consciência crítica nos processos em que as tecnologias químicas e correlatas podem influenciar nos níveis de contaminação ambiental. A proposta deste trabalho consiste no desenvolvimento de um processo de aprendizagem com base na construção de modelos didáticos, sejam utilizando equipamentos específicos ou até mesmo usando certos objetos do cotidiano, com a intenção de criar nos experimentos as condições necessárias e fundamentais para que o conhecimento da Química Ambiental seja ao mesmo tempo crítico e sistêmico. Para exemplificar o programa de ensino foram selecionados dois temas: a deterioração de pilhas no meio ambiente e a poluição e a destruição dos monumentos e mobiliários urbanos. A partir destes temas foram desenvolvidos experimentos laboratoriais para evidenciar como tais produtos contaminam o meio ambiente. Acredita-se que a maneira de pensar na Química Ambiental, associando os conceitos fundamentais da Química aos parâmetros que compõem um sistema ambiental, estejam intimamente ligados ao “sentir” ou ao imaginar os fatos observados, naturais ou induzidos, que fluem do experimento.

**Palavras-chave:** Química ambiental, Pilhas, Meio ambiente, Contaminação ambiental.



## 1 INTRODUÇÃO

A água, o ar, o solo, a flora e a fauna são os pilares de sustentação física, química e biológica da vida neste planeta onde o homem, ao longo de sua própria história, vem modificando e transformando o meio ambiente no sentido de atender aos seus objetivos diretos e indiretos. Como exemplos, podem ser citados os desvios dos rios, a criação de grandes hidrelétricas e centrais nucleares, as transformações genéticas de espécies vegetais ou animais, as devastações das florestas, as imensas queimadas, o desenvolvimento de produtos químicos altamente tóxicos e os inconsequentes despejos industriais.

Desde os primórdios da civilização, os despejos dos sistemas de produção, artesanais ou semi-industrializados, eram lançados no meio ambiente, principalmente nos cursos d'água ou no ar atmosférico. Havia, entretanto, uma preocupação com o mau cheiro ou com as fumaças negras e agressivas que tais sistemas exalavam, de tal forma, que tanto na Grécia quanto na Roma Antiga, as fundições de prata e cobre, as fábricas de azeite, os curtumes e os matadouros eram localizados em zonas desabitadas e longe da cidade. Com o crescimento das cidades tais sistemas ficavam cada vez mais próximos, a agressividade e o desconforto voltavam a preocupar, então, transferiam-se, novamente, os corpos poluidores para mais longe. O problema ambiental continuava, pois era apenas transferido de lugar para outro [1-3].

Dessa forma, fica evidente que a degradação do meio ambiente em todos os aspectos não surgiu repentinamente, foi se acumulando ao longo da história distante. Mas, nestes últimos setenta anos, o homem tem observado, participado ou mesmo ficado na expectativa do desenvolvimento dos processos industriais e da geração de energia, da criação, da produção, direta e/ou indiretamente, de uma série de produtos químicos, materiais e equipamentos utilizados no cotidiano e na maioria dos segmentos industriais. Desta forma, os acidentes químicos, a produção de materiais inadequados e os rejeitos químicos e biotecnológicos despejados no sistema ambiental têm deixado marcas de destruição em vários pontos do planeta [3].

Várias são as referências históricas das sociedades que, isoladamente, impediram ou retardaram o avanço da civilização industrial, todavia a Revolução Industrial que tomou conta do mundo a partir do século XVIII direcionou e impeliu suas indústrias na produção desenfreada, buscando a qualquer custo os mercados cobiçados. Há tempos, muitas vezes se levantaram na defesa nos ideais da preservação e da conservação ambiental. Entretanto foram atropeladas, silenciadas e sepultadas sob a onda compulsiva da industrialização impulsionada e direcionada pelos interesses do poder econômico.

Os processos produtivos industriais, especialmente os químicos, continuam desde daquela época a exercer forte pressão sobre o meio ambiente, tendo em vista os riscos inerentes dos seus processos de fabricação, quando incorporam os temas do momento: efluentes, rejeitos, vazamentos, embalagens, lixo tóxico etc., que na maioria das vezes se confundem ou se interligam. Em marcha

célere, como desafiando o bem-estar-comum, os poluentes altamente corrosivos e tóxicos ascendem aos céus ou adentram à terra, tornando cada vez mais gigantesca a danosa cadeia de fenômenos de toxidez variada. Ao largo dos princípios éticos elementares de direito à vida e usufruto da cidadania, os empreendimentos industriais ganham espaço numa marcha insólita ao esperado ordenamento científico-tecnológico em prol das atividades ecológicas [4, 5].

A Revolução Industrial nestes últimos cem anos tem contribuído no desenvolvimento da cultura e no bem estar dos povos, mas também, décadas após décadas, tem deixado rastros de destruição no exaurimento de fontes de recursos naturais, na contaminação dos mares, rios, ar e solo, nas desfigurações da paisagem até na destruição de monumentos que perpetuam a história da Humanidade. A atividade humana tem transformado o meio em que vive e de que vive, alterando, fundamentalmente, as características naturais e ameaçando, direta ou indiretamente, à sobrevivência humana.

Nesta mesma dimensão os Programas de Gestão Ambiental adotados pelas empresas com visão de futuro objetivam a obrigação de cumprir todos os requisitos legais, sejam municipais, estaduais e federais e outras normas difundidas na sociedade para que possam se tornar competitivas num mercado cada vez mais globalizado e exigente quanto às questões ambientais. Tecnologias e produtos que não contemplem a preservação ambiental deverão ser em breve, banidos das rotas comerciais.

No entanto, o fato da natureza ter direitos fundamentais e inalienáveis, direitos referendados e vitalizados pelas gerações passadas, direitos assegurados pela sobrevivência e pela sabedoria, acaba gerando insatisfações e indiferenças. Desta forma, é importante a construção da consciência crítica que envolve as ações transformadoras e reguladoras da tecnologia, do desenvolvimento desordenado, das contaminações industriais, da pobreza, da ignorância e da saúde pública visando uma melhor qualidade de vida para os habitantes da Terra.

Reconhecer os direitos da natureza é reconhecer os direitos da educação. Assegurar os direitos da educação é reconhecer o direito a cidadania. Reconhecer o direito a cidadania implica em instituir um sujeito de direito que passe a dispor de capacidade jurídica fundamentada na constituição do país [4].

Portanto, a educação tem que estar presente, atenta e ser um agente aglutinador dos momentos e das mudanças que estão ocorrendo no mundo, objetivando o presente e o futuro do homem, pois é fundamental que os seres humanos conheçam e compreendam o funcionamento da natureza.

A Educação voltada para o ambiente deve ser o vetor formal de transformação em todos os níveis de ensino, incentivando a formação da consciência pública no conhecimento ambiental. Onde o conceito atual de meio ambiente deve ser amplo ao abranger os domínios físicos, químicos, biológicos, econômicos, sociológicos, antropológicos, éticos, filosóficos e jurídicos.



A presença constante da Química nos diversos segmentos industriais e também no cotidiano de todos é uma das principais razões para justificar a importância do ensino da química em todos os níveis do processo educativo conforme atesta o professor Attico Ignácio Chassot [6-8] quando diz:

“...devemos ensinar química para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo que o cerca”.

“Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida”.

Há um crescimento do ordenamento social ao estabelecer concepções de limites, distâncias, tempos, responsabilidades em relação aos recursos naturais, buscando a melhor qualidade de vida, etc. Esta cultura em formação pode ser denominada de pós-modernidade, caracterizada pela economia pós-industrial e pela compreensão do homem como um ser pluridimensional. As velocidades das transformações não são mais mensuradas pelos módulos mecânicos e sim pela eletrônica digital gerando, conseqüentemente, novas ideias e novos rumos científicos e tecnológicos, os quais são rapidamente difundidos e absorvidos pelo setor produtivo e pela sociedade em geral. Estes fatos são consensos sejam entre professores, associações científicas e dirigentes de políticas educacionais causando a necessidade de mudanças de parâmetros educacionais frente aos avanços da ciência e da tecnologia [9].

Ainda existem cursos de licenciatura no país, inclusive os de Química, que adotam o modelo da racionalidade técnica, em que os enfoques teóricos dos conteúdos são abordados de forma dissociada das atividades práticas, o que reforça a concepção equivocada de que estes dois aspectos do conhecimento são faces de uma mesma moeda que podem ser examinados separadamente.

Em vista disso, ao terminar seu curso de graduação em que adquiriu conhecimentos teóricos sobre ensino, o professor entrega-se à face prática do trabalho pedagógico ingressando no âmbito escolar, tendo em mente a aplicação de conceitos estudados no seu curso de licenciatura, na tentativa de construir uma prática pedagógica que traduzirá o seu "fazer" profissional.

Para conscientizar e aclarar o conhecimento e as informações correlatas dois assuntos foram destacados neste capítulo: a poluição e a corrosão dos monumentos históricos e dos mobiliários urbanos e a corrosão de deterioração das pilhas eletroquímicas descartadas no ambiente.

## 1.1 A POLUIÇÃO E A CORROSÃO DOS MONUMENTOS E MOBILIÁRIOS URBANOS

Segundo Hinrichs *et al.* [10], os níveis de poluição do ar em uma determinada área dependem da quantidade, do tipo de poluente emitido pelas fontes poluidoras e das condições meteorológicas que levam à dispersão dos poluentes. As descargas das indústrias químicas e petroquímicas, das siderúrgicas, dos veículos automotores e da incineração de resíduos são os grandes responsáveis pelos poluentes encontrados na atmosfera. Estes poluentes podem ser gases, névoas químicas finas ou

grossas, poeiras, fumaças ou combinações destas emissões. Entre os mais comuns podem ser citados, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), a amônia ( $\text{NH}_3$ ), o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), o fluoreto de hidrogênio ( $\text{HF}$ ), o sulfato, sob a forma de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e alguns compostos orgânicos como metano, cetonas, álcoois, benzeno etc.

Trabalhos de pesquisa sobre poluentes atmosféricos mostram que o teor do  $\text{SO}_2$  presente na atmosfera estimado na ordem de 160 a 180 milhões de toneladas anuais é proveniente, principalmente, da queima dos combustíveis fósseis e da oxidação de enxofre e de sulfeto de hidrogênio. O  $\text{SO}_2$  promove efeitos nocivos à saúde humana, à vegetação e aos materiais metálicos e não metálicos. Parte desta emissão é oxidada a trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) que pode ser convertido em ácido sulfúrico, cuja formação depende do teor de umidade, ozônio, óxidos de nitrogênio, particulados presentes na atmosfera, temperatura e intensidade luz ultravioleta [10-12].

Os monumentos históricos e todo o mobiliário urbano que envolve uma cidade sofrem diariamente com associação perversa da corrosão com a poluição ambiental [13] conforme os rastros deterioração na sequência fotográfica apresentadas nas Figuras 1 a 3.

Figura 1 – Aspecto da corrosão nos postes de energia elétrica



Figura 2 Corrosão em praças públicas



Figura 3 – Corrosão no mobiliário urbano



## 1.2 AS PILHAS E A CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

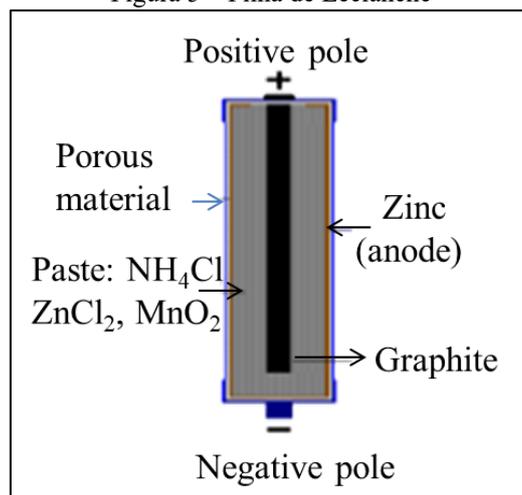
A primeira pilha construída no mundo é creditada a Alessandro Volta, que no dia 20 de março de 1800, demonstrou na presença de Sir Joseph Banks, presidente da Royal Society, em Londres, que um empilhamento de discos de prata e de zinco, dispostos na forma de uma coluna e separados por cartões embebidos em água salgada, gerava espontaneamente eletricidade, sem necessidade de nenhuma máquina eletrostática. Na figura 4, a seguir, são apresentadas a pilha de Volta (1800) e outras pilhas antigas.

Figura 4- Pilhas antigas de 1800 a 1904

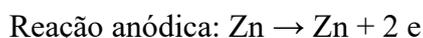


As pilhas secas, processamento espontâneo de energia, semelhantes às pilhas atuais, chamada de pilha de Leclanché (Figura 5) era, basicamente, constituída de um elétrodo de zinco e outro de grafite, envolvidos por dióxido de manganês ( $MnO_2$ ) e colocados em um meio poroso, juntamente com uma solução de cloreto de amônio ( $NH_4Cl$ ). O zinco constitui o polo negativo e a grafite, o polo positivo, fornecendo, assim, uma diferença de potencial de 1,3 a 1,5 Volts.

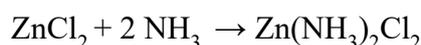
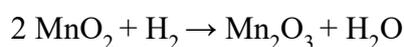
Figura 5 – Pilha de Leclanché



As reações envolvidas nesta pilha são:



Os gases gerados na área catódica podem inibir o processo de fornecimento de energia e causar uma explosão devido à presença do hidrogênio. O dióxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) presente na pasta oxida o hidrogênio a água, enquanto o NH<sub>3</sub> sob forma gasosa é absorvido pelo cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>) conforme mostram as reações, a seguir:



À medida que a pilha vai sendo utilizada as quantidades das substâncias que reagem vão reduzindo a produção de energia elétrica e ocorrendo, conseqüentemente, o desgaste da pilha.

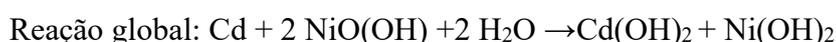
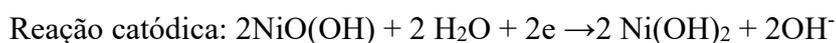
As baterias e pilhas são constituídas de metais e sais metálicos com alto poder de poluição como o mercúrio, o cádmio, o zinco e o chumbo. Algumas possuem caráter ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, ZnCl<sub>2</sub>) e outras possuem caráter alcalino (KOH).

A bateria é um exemplo de produção de energia não espontânea. As baterias de Ni-Cd apresentadas na Figura 6 são usadas em diversos aparelhos eletrônicos.

Figura 6 – Baterias de Níquel-Cádmio (Ni-Cd)



As reações envolvidas nesta bateria são:



Uma das vantagens desta bateria é que ela se mantém operando com regularidade mesmo com alto grau de descarga.

O Ministério do Meio Ambiente no Brasil calcula que em São Paulo são anualmente descartadas no meio ambiente 152 milhões de pilhas comuns e 40 milhões de pilhas alcalinas e cerca de 12 milhões de baterias de celular, segundo dados da CETESB (a empresa de S.Paulo (Brasil) de saneamento ambiental). A soma é superior a 200 milhões de unidades a cada ano. No Rio de Janeiro, a estimativa anual é de 98 milhões de unidades, totalizando cerca de 11 toneladas de baterias depositadas por ano em lixões.

Em função de suas constituições químicas, pilhas e baterias são consideradas resíduos tóxicos dentro do lixo doméstico. Exemplificam a complicada relação do consumidor com o meio ambiente. O cotidiano da sociedade mostra um aumento significativo do uso de pilhas e de baterias provenientes dos mais diversos equipamentos eletrônicos utilizados pelas sociedades modernas, como calculadoras, rádios portáteis, lanternas, telefones celulares, etc., geralmente descartadas no lixo doméstico. Conseqüentemente, os elementos mais perigosos encontrados nos aterros sanitários são o mercúrio, o chumbo, o zinco e o cádmio.

## 2 METODOLOGIA

Segundo Chassot [7-8], muitas ideias têm sido discutidas para direcionar propostas visando um Ensino de Química mais crítico. É importante que a Química seja vista como um todo, independente de suas áreas (Química Geral, Físico-Química, Química Inorgânica e Orgânica, etc.), tornando-a mais eficaz na busca de soluções para problemas que os alunos de Ensino Médio defrontam-se diariamente.

O conhecimento deve estar mais próximo das coisas da natureza, “para que a vida real e a experiência escolar coexistam de uma forma mais dinâmica e interativa”. O entendimento científico

deve ser feito pelo entendimento da ação, afastando a Química do campo teórico e trazendo-a para o real. A experimentação de laboratório, com caráter comprobatório, deve ceder espaço a um tipo de experimentação, através da qual se chegue à construção do conhecimento.

Baseado nisto, são propostos modelos experimentais que visam à construção de um conhecimento científico em química, abrindo um caminho para entender de uma forma crítica os problemas ambientais que, em sua maioria, são oriundos de processos químicos, precisamente processos químicos industriais.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 EXPERIMENTOS COM PILHAS

As pilhas foram escolhidas para elaboração de modelo experimental, tendo em vista os problemas de contaminação gerados a partir do seu descarte inconsciente no meio ambiente. O eletrólito gelatinoso é preparado a partir da adição 12 g de gelatina incolor com 50 mL de água fria, em um bécher de 500 mL. A solução é deixada em repouso por 5 minutos, sendo então levada à placa de aquecimento (temperatura de 70°C), até que toda a gelatina seja dissolvida. O volume da solução é completado até 500 mL com uma solução aquosa contendo 3,5 % (em massa) de NaCl.

Primeiramente, a massa gelatinosa, ainda quente, é colocada no recipiente plástico transparente (dimensões: 10 cm x 10 cm x 5 cm), de tal forma, a ocupar a metade do volume do recipiente. Em seguida, a massa gelatinosa é deixada na geladeira para endurecer por cerca de 12 horas.

Quando a massa gelatinosa estiver dura, são colocados vários tipos de pilhas e, então, completa-se o volume até a borda e deixa-se na geladeira para endurecer por cerca de 12 horas conforme mostra a Figura 7.

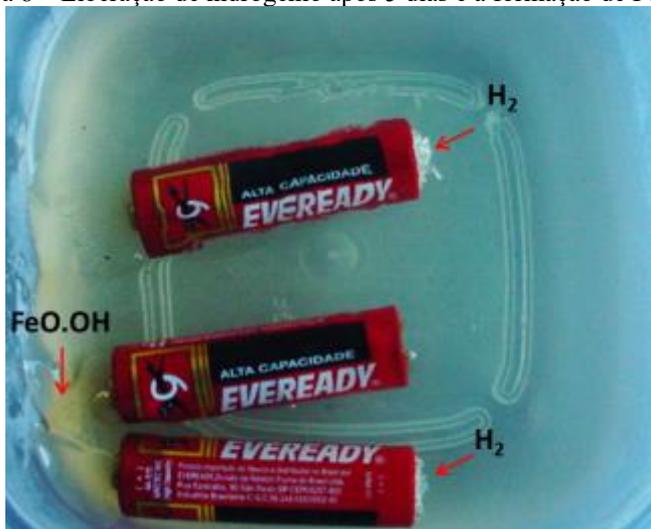
Objetiva-se, através destes experimentos, que os alunos sejam capazes de: visualizar a deterioração gradual das pilhas nos solos, entender os mecanismos das reações envolvidas, comparar e estimar a deterioração de vários tipos de pilhas no meio ambiente e avaliar criticamente a contaminação ambiental provocada pela contaminação de metais pesados no solo.

Figura 7 – Pilhas usadas imersas em gelatina com adição de 3,5 % de NaCl



A seguir, são apresentados nas Figuras 8 a 10 os experimentos para evidenciar a deterioração das pilhas usadas.

Figura 8 – Liberação de hidrogênio após 5 dias e a formação de FeO.OH



Observam-se nas Figuras 9 e 10, após três e quatro semanas de imersão na solução salina gelatinosa, uma intensa corrosão do envoltório de aço carbono que envolve as pilhas com liberação de hidrogênio e a formação de óxido férrico hidratado conforme mostram, a seguir, as reações:

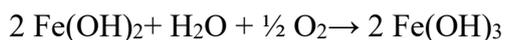
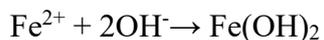
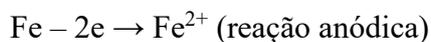


Figura 9 – Corrosão do envoltório de aço carbono; (A) : 3 semanas de imersão; (B) : 4 semanas de imersão

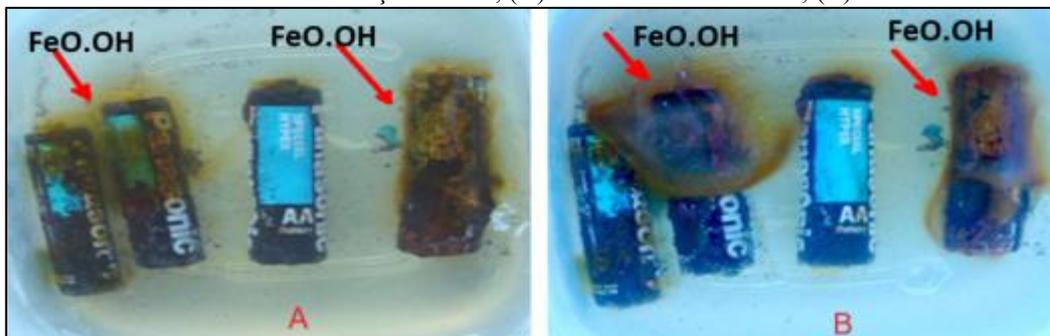
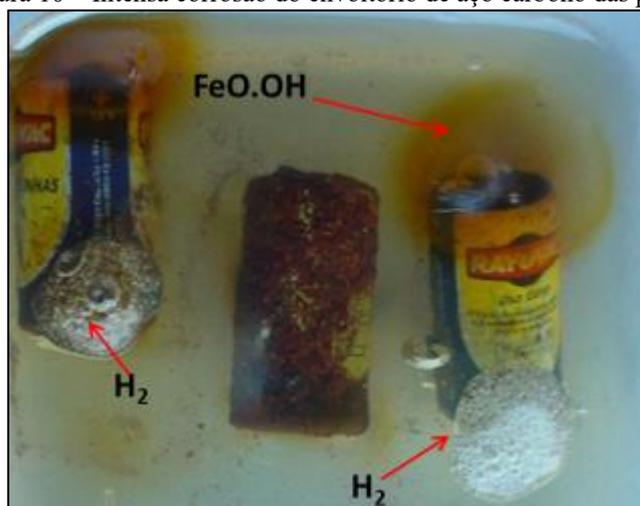


Figura 10 – Intensa corrosão do envoltório de aço carbono das pilhas



Visando conscientizar os alunos quanto à problemática ambiental gerada pelo descarte de pilhas no meio ambiente devem-se programar visitas e entrevistas aos fabricantes de pilhas, distribuidores e até mesmo com ambulantes que trocam as pilhas gastas em relógio de pulso. As entrevistas devem ser do tipo semiestruturadas realizadas com grupos de alunos suportadas nos seguintes questionamentos básicos:

- Existe alguma orientação dos fabricantes destas pilhas quanto ao descarte?
- Como são descartadas no lixo urbano?
- Você sabe se essas pilhas causam problemas de poluição?

### 3.2 EXPERIMENTOS VISANDO AVALIAR A CORROSÃO DOS MONUMENTOS E MOBILIÁRIOS URBANOS

Na pretensão de criar um ambiente salino e poluente para avaliar a deterioração causada nos monumentos e mobiliários urbanos foi desenvolvido um experimento em condições aceleradas, constando, essencialmente, de uma câmara plástica transparente, com capacidade de 50 L onde é mantida, continuamente, a umidade reinante (95 a 100%), salina e poluente através do borbulhamento contínuo de ar nos dois recipientes internos contendo, respectivamente, uma solução de cloreto de sódio a 3,5 % e uma solução de sulfito ácido de sódio 2M ( $\text{NaHSO}_3$ ) conforme mostra o esquema na Figura 11. O sistema de borbulhamento com o difusor é apresentado na Figura 12. O tempo de exposição estabelecido para o ensaio foi de 600 horas e a temperatura interna na câmara deve ser estabilizada entre 24 e 25 °C.

Figura 11 – Esquema e a câmara plástica transparente onde os ensaios foram realizados nas condições simuladas de  $\text{SO}_2$  e  $\text{NaCl}$  em umidade 100%

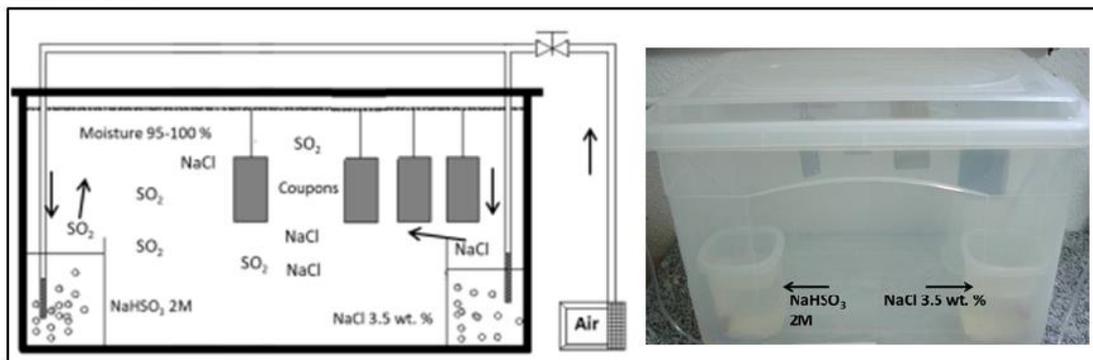
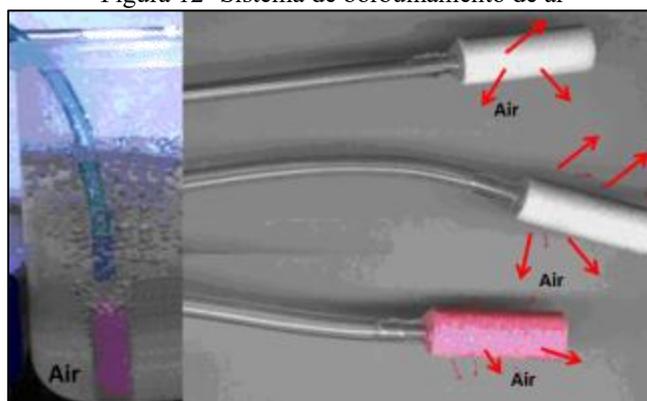


Figura 12- Sistema de borbulhamento de ar



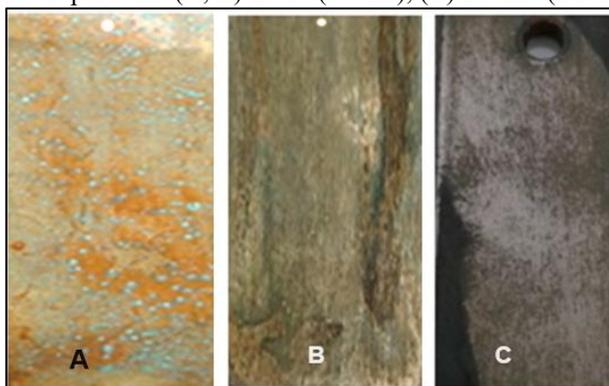
Os corpos-de-prova que representam os materiais constituintes dos monumentos e mobiliários urbanos e participam do experimento são: concreto, bronze (liga de cobre e estanho), aço-carbono, aço carbono pintado.

As figuras 13 a 16 mostram o aspecto da corrosão dos corpos de prova após 600 horas de ensaio.

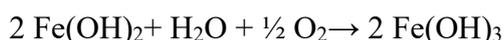
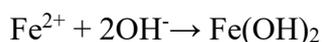
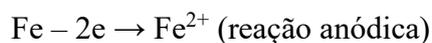
O cobre e suas ligas como o bronze (liga de Cu-Sn) e o latão (Cu-Zn) geralmente fazem parte de monumentos e mobiliários urbanos e conseqüentemente sofrem com a corrosão atmosférica salina industrial, principalmente, nas praças públicas localizadas na zona portuária industrial, onde a salinidade e poluição representada pelos gases  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$  estão presentes.

Neste ensaio específico verifica-se que nos cupons confeccionados e referenciados como latões (liga de Cu-Zn) e bronze (liga de Cu-Sn) forma-se inicialmente uma camada de  $\text{Cu}_2\text{O}$  (óxido cuproso), de cor escura e pequena quantidade de  $\text{CuO}$  (óxido cúprico). Entretanto, ao considerar as condições oxidantes neste ensaio podem ser encontrados os seguintes compostos na superfície dos corpos de prova:  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{CuSO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$ , etc. formando várias colorações escuras e esverdeadas [14-16].

Figura 13 – Aspectos da corrosão superficial: (A, B) Latão (Cu-Zn); (C) Bronze (Cu-Sn) de após 600 horas de ensaio



As chapas de aço carbono sujeitas às condições reinantes no ensaio referente à Figura 14 sofreram corrosão superficial com base nas seguintes reações:

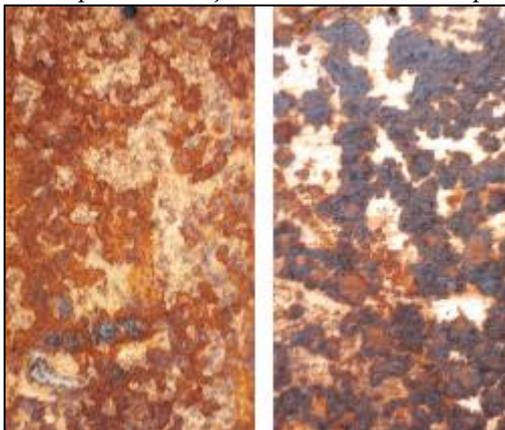


Nos ensaios referentes à Figura 15 foram utilizadas chapas de aço carbono revestidas com tinta de baixa qualidade visando demonstrar que nas escolhas de tintas para pintura externa em ambientes salinos industriais a qualidade e uma aplicação da tinta são quesitos fundamentais. O visual dos corpos de prova mostra o desenvolvimento do processo corrosivo intenso.

Figura 14 – Aspectos da superfície de aços carbono após 600 horas de ensaio



Figura 15 – Aspectos da superfície de aços carbono revestidos após 600 horas de ensaio



Os corpos de prova de concreto submetidos aos ensaios de corrosão, apresentados na Figura 16, foram polidos para evidenciar o ataque com pequenas cavidades sofrido com o meio corrosivo salino e ácido do ensaio.

Figura 16 – Aspectos da superfície corpos de prova de concreto após 600 horas de ensaio



Objetiva-se, através deste experimento, que os alunos sejam capazes de: visualizar a deterioração gradual dos materiais que compõe os monumentos e o mobiliário urbano; entender os mecanismos das reações envolvidas e avaliar criticamente a poluição atmosférica provocada nas cidades.

Visando conscientizar os alunos quanto à relação entre causas e efeitos da poluição atmosférica que deteriora os monumentos e mobiliário urbanos, devem-se programar visitas e entrevistas com os frequentadores das praças e logradouros e com os responsáveis pela manutenção do patrimônio público.

As entrevistas devem ser do tipo semiestruturadas realizadas com grupos de alunos suportadas nos seguintes questionamentos básicos:

- Existe algum efeito da poluição atmosférica sobre os monumentos e mobiliários urbanos?
- Os ônibus, carros e caminhões contribuem para um aumento da poluição atmosférica?
- Sabe de algum tipo de proteção utilizado na conservação deste patrimônio?



#### 4 CONCLUSÕES

- Os experimentos laboratoriais devem ser construídos visando identificar e caracterizar os métodos científicos utilizados em Química e os reconhecimentos dos parâmetros e leis científicas que regem os fenômenos ambientais.
- No desenvolvimento do processo de aprendizagem, na vertente da educação ambiental baseada na Ciência Química e em experimentos laboratoriais, é fundamental uma progressiva interpretação dos acontecimentos neurônicos, pois existe a necessidade do desenvolvimento de uma série de parâmetros, tais como: busca ativa e progressiva, seleção, exploração e integração de novas experiências. Todos esses fatores visaram construir uma mente consciente, que relaciona o conhecimento à visão crítica, item fundamental no processo de interação e inter-relações entre a Química e o Meio Ambiente.
- Os experimentos laboratoriais devem ter a preocupação de orientar os alunos participantes que desenvolvam a curiosidade no sentido da pesquisa e do questionamento, dando-lhes a experiência básica no tipo de que conduzem aos resultados qualitativos e quantitativos visando às relações com o ambiente.



## REFERÊNCIAS

- [1] Makra, L. (2019). Anthropogenic air pollution in ancient times. In *Toxicology in Antiquity*, 267-287. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815339-0.00018-4>.
- [2] Borsos, E., Makra, L., Béczi, R., Vitányi, B., & Szentpéteri, M. (2003). Anthropogenic air pollution in the ancient times. *Acta climatológica et chorologica*, 36(37), 5-15.
- [3] Mainier, F. B., & Mainier, R. J. (2024). The teaching of chemical technologies associated with industrial contamination that impacts the environment. Seven Editora, São José dos Pinhais, Paraná, Brazil. <https://doi.org/10.56238/sevened2024.002-012>.
- [4] Mainier, F. B., Mainier, R. J., & Cardoso, V. L. S. (2013). Clean technology and industrial safe: a right of society. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 4(5), 1-6.
- [5] Wilson, C., & Grubler, A. (2011). Lessons from the history of technology and global change for the emerging clean technology cluster. IIASA Interim Report. IIASA, Luxemburgo, Áustria.
- [6] Chassot, A. I. (1990). *A educação no ensino da química*. Editora Unijuí. Rio Grande do Sul, Brazil. (In Portuguese).
- [7] Chassot, A. I. (1993). *Catalisando transformações na educação*. Editora Unijuí. Rio Grande do Sul, Brazil. (In Portuguese).
- [8] Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista brasileira de educação*, 89-100. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>. (In Portuguese).
- [9] Zucco, C., Pessine, F. B. T., Andrade, J. B. (1999), *Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química*, MEC, Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação. (In Portuguese).
- [10] Hinrichs, R. A., Kleinbach, M., & dos Reis, L. B. (2014). *Energia e meio ambiente*. Cengage Learning. São Paulo. (In Portuguese).
- [11] Manahan, S.E (2013). *Química Ambiental*, Editora Bookman. (In Portuguese).
- [12] Baird, C. (2002). *Química Ambiental*. Editora Bookman. (In Portuguese).
- [13] Mainier, F.B., Mainier, R. J., Rocha, A. C. M., Alencar Junior, A. A. M., Canto, M. O. (2019). Traces of corrosion and air pollution dominate the vision of the common man in any city, *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 6, 11, 173-177. <https://doi.org/10.22161/ijaers.611.26>.
- [14] Kaiser, S., & Kaiser, M. S. (2020). A comparative study of chemical and physical properties of copper and copper alloys affected by acidic, alkaline and saline environments. *Journal of Electrochemical Science and Engineering*, 10(4), 373-384. <https://doi.org/10.5599/jese.877>.
- [15] Khaled, K. F. (2011). Studies of the corrosion inhibition of copper in sodium chloride solutions using chemical and electrochemical measurements. *Materials Chemistry and Physics*, 125(3), 427-433. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2010.10.037>.
- [16] FitzGerald, K. P., Nairn, J., Skennerton, G., & Atrens, A. (2006). Atmospheric corrosion of copper and the colour, structure and composition of natural patinas on copper. *Corrosion Science*, 48(9), 2480-2509. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2005.09.011>.