

QUÍMICA AMBIENTAL: ENFRENTANDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS COM A EDUCAÇÃO

Marcos Felipe Silva Lino ¹
Marcos Vinicios Ferreira de Sá ²
Cleomacio Miguel da Silva ³

RESUMO

A Química Ambiental busca conhecer os processos químicos que ocorrem na natureza, seja de ordem natural ou antropogênica, visando esclarecer os mecanismos que controlam a quantidade das substâncias e suas interações no meio ambiente natural. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo inserir a Química Ambiental no contexto ensino-aprendizagem, como ferramenta transformadora, discutindo os problemas ambientais que podem trazer malefícios a saúde humana, tendo os alunos como elementos profícuos de todo o processo de divulgação. A pesquisa se desenvolveu a partir de levantamentos bibliográficos, com ênfase à bioacumulação de metais pesados e suas consequências para o meio ambiente natural e aos seres humanos. A educação atua na mitigação dos danos ao meio ambiente, e conseqüentemente fortalece a saúde humana. A proposta é a mudança de práticas pela transformação proveniente da educação.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Educação Ambiental, Metais Pesados, Saúde Humana.

INTRODUÇÃO

A Química Ambiental teve origem na química clássica, possivelmente ainda no século XVII, quando começou a preocupação com a devastação do meio ambiente na região do Reino Unido, próximo onde havia extração do carvão mineral (JARDIM, 2001). Os anos de 1960 e 1970 foram marcados por um grande impulso no crescimento da Química Ambiental, dos riscos à saúde humana causados pela poluição do meio ambiente natural (BLEAM, 2012).

Na Química Ambiental, todos os processos químicos estão relacionados com os ambientes bióticos e abióticos, com foco principalmente na saúde humana, conhecendo as

¹ Licenciando em Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco – UPE, marcoshit9@hotmail.com;

² Licenciando em Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco – UPE, marcos.sa99@hotmail.com;

³ Professor orientador: Doutor, Universidade de Pernambuco – UPE, cleomacio@hotmail.com;

interações dos principais contaminantes na cadeia alimentar, além de buscar compreensão de como funciona o ambiente não contaminado, e quais produtos químicos estão naturalmente presentes, e quais são as suas concentrações e seus efeitos. Neste caso, estudam-se fontes, reações, transporte, efeitos e destino de espécies químicas e o efeito das atividades humanas (GUPTA e KHOIYANGBAM, 2015).

Reconhecida como uma parte interdisciplinar da Química como ciência exata, a Química Ambiental tem uma função importante no diagnóstico e contribuição para solução de problemas ambientais (MOZETO e JARDIM, 2002). Assim, o processo ensino-aprendizagem é de suma importância na divulgação da Química Ambiental. Neste caso, como o ensino dever ser interdisciplinar, dará maior ênfase na aprendizagem de habilidades como a formulação de perguntas, pensamento sistemático, resolução de problemas, tomada de decisões, raciocínio avaliativa e uma visão plurilateral (ZOLLER, 2005).

O ensino de saúde tem sido um desafio para a educação, no que se refere à possibilidade de garantir uma aprendizagem efetiva e transformadora de atitudes e hábitos de vida. É preciso educar para a saúde, levando em consideração todos os aspectos envolvidos na formação de hábitos e atitudes que acontecem no dia a dia da escola (BRASIL, 1997).

Vivemos uma era de mudanças rápidas advindas do desenvolvimento das tecnologias digitais que trazem novas e diferentes interfaces e interações entre pessoas na sociedade (COUTINHO e LISBÔA, 2011). A informação é a transmissão de mensagens que possuem um significado comum entre o emissor e um sujeito. Toda informação é dotada de consciência, objetivo e finalidade ao ser transmitida do emissor para o interlocutor (KOHN e MORAES, 2007).

Nesse contexto, a divulgação científica tem um papel importante para que os alunos adquiram conhecimento sobre ciência e conheça o quanto ela está presente em seu cotidiano. Uma das maneiras de ampliar este conhecimento é realizar atividades para divulgar a ciência. Portanto, sendo assim, e dentro deste contexto, a presente pesquisa é resultado de problematizações sobre a educação e a Química Ambiental, criando uma discussão que confronta a saúde do homem contemporâneo dentro do processo da desinformação da educação.

Nessa perspectiva, foram levantados questionamentos que surgem na tentativa de buscar compreender como a educação ajudará o desenvolvimento saudável do homem, e como esses conceitos dialogam e suas considerações epistêmicas. O objetivo do artigo é

refletir teoricamente sobre as interações entre a temática educação e a Química Ambiental na promoção da saúde e bem-estar humano, alertando para principais danos à saúde e problemas ambientais. A educação é uma ferramenta de grande relevância para viabilizar, gerar ações e transformar a saúde do homem contemporâneo e suas gerações futuras. Para tanto, utilizou-se da revisão de literatura em periódicos e livros especializados sobre o tema.

METODOLOGIA

Todo trabalho científico é pautado em pesquisas já realizadas por outros autores, para que o novo pesquisador possa conhecer o que já foi estudado sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32).

Sendo assim, a pesquisa bibliográfica possibilita um amplo alcance de informações, além de permitir a utilização de dados dispersos em inúmeras publicações, auxiliando também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto (GIL, 1994).

DESENVOLVIMENTO

Educação ambiental e desenvolvimento sustentável

A educação ambiental (EA) é um processo que permite que os indivíduos explorem as questões ambientais, se envolvam na solução de problemas e tomem medidas para melhorar o meio ambiente natural. Como resultado, os indivíduos desenvolvem uma compreensão mais profunda das questões ambientais e têm as habilidades para tomar decisões informadas e responsáveis.

Atualmente, existem muitas questões ambientais que cresceram em tamanho e complexidade dia a dia, ameaçando a sobrevivência da humanidade na Terra. O objetivo da EA é esclarecer ao público sobre a importância da proteção e conservação de nosso meio ambiente e sobre as necessidades de restringir atividades humanas que levem à liberação indiscriminada de poluentes no meio ambiente (GUPTA, 2015). O Processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma

consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais (MOUSINHO, 2003).

O desenvolvimento sustentável é um processo de aprendizagem social de longo prazo que, por sua vez, é direcionado por políticas públicas orientadas por um plano de desenvolvimento nacional. Assim, a pluralidade de atores sociais e interesses presentes na sociedade, colocam-se como um entrave das políticas públicas para o desenvolvimento sustentável (BEZERRA e BURSZTYN, 2000). O desenvolvimento sustentável significa que a sustentação de uma atividade ou processo garante que o sistema funcione por longo prazo (MOFFATT, 2007).

Leis e políticas públicas: uma visão ambiental e educacional

A Constituição Federal de 1988 no Art.225 descreve que todos têm direito ao meio ambiente e que o poder público juntamente com a coletividade deve defendê-lo e preservá-lo para presentes e gerações futuras. No inciso VI, a fim de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Nesse contexto, toda a sociedade tem responsabilidade e compromisso com a proteção ambiental (BRASIL, 1988). A EA tem como um dos princípios básicos, a visão holística devendo permear todo o processo educativo (BRASIL, 1999). Um processo de aprendizagem permanente, para promover o desenvolvimento sustentável requer educação continuada aprendizado estático e o dinâmico, a teoria e a prática, múltiplas escolhas e decisões, uma escolha de forma consciente e responsável (MARIGA, 2006).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, no Art.8 elencam os instrumentos, a pesquisa científica e tecnológica e a EA é valorizada como um instrumento importante (BRASIL, 2010). Na lei nº 6.938, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. No Art.2 descreve os incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais e fortalece a ideia de EA a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981).

O desenvolvimento sustentável é um instrumento indispensável, e surge como proposta para atenuar, parte dos problemas de exploração do meio ambiente. A EA tem função importante na conscientização dos indivíduos sobre a proteção ambiental. (REMÉDIO e BARBOSA, 2013). A EA é fundamental em todos os níveis dos processos educativos, e em

especial nos anos iniciais da escolarização, pois é mais fácil conscientizar desde criança (MEDEIROS et al., 2011).

Resíduos e problemas ambientais

As atividades humanas consomem recursos e geram resíduos, o resultado afeta a atmosfera, solos e os corpos d'água. Um grande número desses e resíduos contaminantes e inorgânicos são os responsáveis pelos problemas ambientais nos nossos ecossistemas que atingem os seres humanos. Os problemas com os resíduos são devastadores, destaca-se ainda a evolução de diversos outros problemas em outras áreas como saúde, educação e economia (MOZETO e JARDIM, 2002; SANTOS e MÓL, 2010).

Os resíduos sólidos, contendo elementos potencialmente tóxicos são amplamente gerados em todo o mundo, e as preocupações críticas foram levantadas sobre seus impactos na saúde humana e no meio ambiente (XIONG et al., 2019). O descarte dos resíduos tem se tornado um problema mundial quanto ao prejuízo e poluição do meio ambiente. A poluição do solo pode alterar suas características físico-químicas, que representa uma séria ameaça à saúde pública. A poluição da água pode alterar as características do ambiente aquático e a poluição do ar, provocando a formação de gases naturais na massa de lixo. O resíduo tóxico pode causar riscos à saúde e ao meio ambiente, em longo prazo, com as toxinas que são liberadas.

Dentre os problemas ambientais da atualidade, a contaminação com metais pesados é um dos mais graves para os seres humanos, pois quantidades significativas de chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e outros produtos sintéticos podem entrar na cadeia alimentar causando diferentes danos biológicos, onde o mais temido é o câncer. Geralmente, a presença de metais pesados no meio ambiente natural, é decorrente de atividades antropogênicas ou ocorrência natural, geralmente associados à presença de elementos radioativos terrestres. Como muitos outros problemas de poluição, os resíduos tóxicos começam a ser um problema significativo que teve início durante a revolução industrial (MOTA et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A educação tem a responsabilidade de enfrentar os problemas ambientais (BONNET, 2010). A poluição química do meio ambiente natural resulta da liberação de compostos que são tóxicos para os seres humanos. Na Tabela 1 encontram-se apresentados os principais

danos causados pela toxicidade humana crônica, podendo resultar em desenvolvimento anormal, mutações ou câncer.

Tabela 1. Classificação das toxicidades crônicas e seus efeitos na saúde humana

Toxicidade	Efeito adverso na saúde
Mutagenicidade em células germinativas	Mutação de células germinativas adultas, resultando em traços anormais hereditários.
Carcinogenicidade	Lesão cromossômica que resulta no desenvolvimento de tumores malignos.
Toxicidade reprodutiva (teratogenicidade)	Perda de fertilidade adulta e desenvolvimento anormal de feto ou filhos.
Toxicidade para órgãos-alvo específicos	Perda de função do órgão.

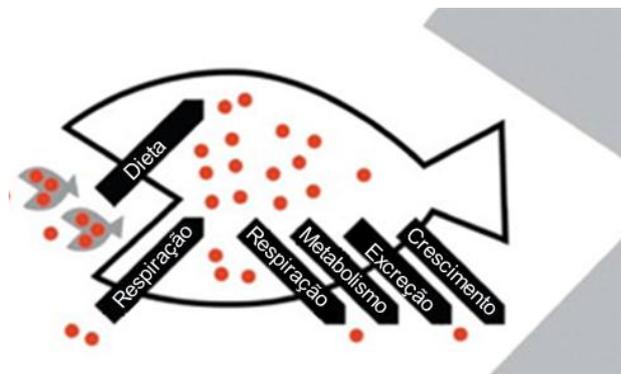
Fonte: Adaptado de Bleam (2012).

Muitos resíduos perigosos e tóxicos, quando misturados com outros resíduos, podem produzir efeitos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (MURALIKRISHNA E MANICKAM, 2017). Em muitos países desenvolvidos e emergentes, o descarte de resíduos sólidos é um problema sério e constante em áreas urbanas e rurais (HUSSEIN e MONA, 2018).

A educação possui papel fundamental na formulação de uma nova mentalidade da sociedade, é de forma imprescindível a atuação da educação para conscientização e sensibilização da população. O futuro do homem e de todas as espécies dependem do equilíbrio do meio ambiente (GOMES, 2006).

No caso do meio ambiente aquático, a contaminação com elementos tóxicos ocorre na cadeia trófica, considerando a transferência principal no processo: sedimento-algas-peixe. Os hábitos de cada peixe definem a transferência de contaminantes para a cadeia alimentar. A Figura 1 (Referência) mostra as principais vias de contaminação em peixes.

Figura1. Bioacumulação de contaminantes (pontos) em um organismo (peixe) como resultado líquido dos processos de captação e perda (setas).



Fonte: Adaptado de Borgã (2013).

Enquanto os contaminantes permanecem, a biomassa total diminui por nível trófico na cadeia alimentar. Neste caso as concentrações de contaminantes aumentam, sendo transferido para a cadeia alimentar, causando diferentes níveis de intoxicações. Entretanto, as intoxicações por metais pesados, que ocorrem mais frequentemente, são causadas por alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel (VIRGA, GERALDO e SANTOS, 2007). Na Tabela 2 encontram-se apresentados os principais efeitos causados pela toxicidade dos metais pesados

Tabela 2. Tipos de metais pesados e seus efeitos na saúde humana com seus limites permitidos

Poluentes	Principais Fontes	Principais Efeitos na saúde humana
Arsênio	Pesticidas, fungicidas e metais fundidos.	Bronquite, dermatite e envenenamento.
Cádmio	Fertilizantes, ripas galvanizadas e baterias.	Disfunção renal, Doença pulmonar, doença nos ossos e câncer.
Chumbo	Mineração, pesticidas, tintas, emissão de automóveis e queima de carvão.	Retardo mental em crianças, paralisia congênita, danos ao fígado, rins, gastrointestinal, atraso no desenvolvimento e encefalopatia infantil.
Manganês	Aditivo para combustível e produção de ferromanganes.	Quando inalado, quase danos ao sistema nervoso central.
Mercúrio	Pesticidas, baterias e indústria de papel.	Tremores, gengivite e pequenas mudanças psicológicas.
Zinco	Refinarias, Fabricação de latão e chapeamento de metal.	Vapores de zinco têm efeito corrosivo na pele.
Cromo	Indústria química, mineração e produção de pesticidas.	Dano ao sistema nervoso, dano ao fígado e rins e fadiga.

Fonte: adaptado de Singh et al. (2011).

Nesse contexto, a bioacumulação descreve o acúmulo e o enriquecimento de contaminantes nos organismos (BORGÃ, 2013). A biodisponibilidade representa a fração contaminante biodisponível com certo percentual que varia a partir da dose de exposição, relevante para organismos (ANDERSON e HILLWAKER, 2008).

O cádmio (Cd) é também um metal pesado não essencial para a vida biótica e altamente tóxico, tem forte influência nos problemas enzimáticos das células e colabora para indução de problemas nutricionais em plantas. Este elemento tem alta taxa de transferência no sistema radicular solo-planta (IRFAN et al., 2013).

O chumbo (Pb) não é essencial para a vida biótica, a contaminação nos seres humanos, geralmente ocorre através da ingestão de alimentos e água (PRAKASH, SIDDHARTH e

GUNASEKAR, 2019). O mercúrio (Hg) é muito tóxico e extremamente bioacumulativo, afeta principalmente o ambiente marinho. As atividades microbianas resultam na metilação do mercúrio formando o metilmercúrio que é um elemento altamente tóxico para o ser humano. O metilmercúrio entrar facilmente na cadeia alimentar, principalmente, devido ao consumo de peixe contaminado (PATRICK, 2002).

Ao analisar a importância do conhecimento sobre a contaminação ambiental com metais pesados, observar-se a função primordial da Química Ambiental dentro do processo ensino-aprendizagem. São exatamente neste panorama que se compreende as práticas educacionais como elementos essenciais para promover as quebras de paradigmas, servindo de alertas no combate a desinformação, buscando estruturas para que as práticas pedagógicas sejam desenvolvidas sobre questões ambientais e sociais, na perspectiva de aprender a aprender (RODRIGUES, 2014). Cada pessoa deve entender o seu papel e assumi-lo dentro do processo de aprendizagem, pois a educação viabiliza a cidadania e desenvolvimento sustentável (ROSS e BECKER, 2012). Desta maneira, uma forma de conscientização para combater os altos índices de metais pesados em cursos d'água é a destinação correta de pilhas e baterias. Entretanto um dos grandes problemas enfrentados para o correto descarte de pilhas e baterias usadas é a falta de conhecimento da população sobre o perigo de desprezar esse tipo de resíduo de maneira inadequada (ESPINOSA e TENÓRIO, 2004). Dentre as maiores dificuldades no processo de conscientização da população estão relacionadas os inúmeros tipos e marcas existentes; a ausência de identificação no rótulo de grande parte desses produtos; a falta de fiscalização; e o nível de escolaridade baixo de grande parte da população consumidora (REIDLER e GÜNTHER, 2000).

Posto isto, o uso da educação baseada no meio ambiente colabora para melhorar o pensamento crítico, e podem ser usados para orientar futuras implementações e intervenções (ERNST e MONROE, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acelerado crescimento industrial e agrícola, a utilização, muitas vezes sem critério, de agrotóxicos e o lançamento de esgoto doméstico e industrial, eventualmente sem tratamento adequado, em corpos d'água e no solo, tem provocado um incremento no conteúdo de metais pesados no ambiente, colocando em risco a saúde humana. As atividades humanas consomem muitos recursos e geram resíduos, por isso existe um grande desafio, o reconhecimento que a educação fortalece a saúde humana e atua na mitigação dos danos ao

meio ambiente, e conseqüentemente à saúde dos seres humanos. Muitos resíduos são perigosos e tóxicos, prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente e pela bioacumulação que descreve o acúmulo e o enriquecimento desses contaminantes nos organismos. E nesta direção observa-se um grande problema ambiental, que são as contaminações através da cadeia alimentar por metais pesados, demonstrando os grandes problemas da nossa sociedade.

Nota-se que a problematização nas escolas, e fora delas é fundamental para enfrentar os danos causados ao meio ambiente natural. Neste contexto, as práticas educacionais servem para debater temas atuais como a Química Ambiental e sua inserção no processo ensino-aprendizagem.

A proposta é a mudança de práticas pela transformação proveniente da educação. No entanto, precisa-se persistir no caminho da educação, do desenvolvimento sustentável e na dinâmica holística que tenha como fundamentação dialética a problematização de mudanças de paradigmas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, K.A; HILLWAKER, W.E, **Bioavailability, Encyclopedia of Ecology**, Academic Press, 2008. Pages 348-357.

BEZERRA, M. C. L.; BURSZTYN, M. . **Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: Consórcio CDS/ UNB/ Abipti, 2000.

BONNET. M. **Environmental Education**, International Encyclopedia of Education (Third Edition), Elsevier, 2010.Pages 146-151.

BORGÅ, K. **Ecotoxicology: Bioaccumulation**, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences,Elsevier, 2013.

BLEAM, William F., **Acid-Base Chemistry, Soil and Environmental Chemistry**, Academic Press, 2012. Pages257-319.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: primeiro e segundo ciclos: meio ambiente, saúde**. Brasília: MEC/SEF. 1997.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Congresso Nacional, 1981.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Congresso Nacional, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conceitos de Educação Ambiental**. Brasília, 1999.

BRASIL. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Congresso Nacional. 2010.

COUTINHO, C.; LISBÔA, E. **Sociedade da Informação, do conhecimento e da aprendizagem**: desafios para a educação no século XXI. Revista de Educação, Lisboa, vol. XVIII, nº 1, p. 5-22, 2011.

ESPINOSA, Denise Croce Romano; TENÓRIO, Jorge Alberto Soares. **Reciclagem**: Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, São Paulo, v. 2, p.14-20, dez. 2004. Disponível em: <http://www.ictr.org.br/ictr/images/online/revista2_arq79.pdf#page=16>. Acesso em: 11 ago. 2019.

ERNST, Julie Athman; MONROE, Martha. **The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking**, Environmental Education Research, 2004, 507-522.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES, D. V. , **Educação para o consumo ético e sustentável**, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/remea/article/viewFile/2778/1567>>. Acesso em 08 ago. de 2019.

GUPTA, N. ; KHOIYANGBAM, S. R. **Introduction to Environmental Sciences**, Editora: The Energy and Resources Institute, TERI, 2015, p. 428

HUSSEIN, I. Abdel-Shafy ; MONA, S.M Mansour. **Solid waste issue**: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, Egyptian Journal of Petroleum, 2018.

IRFAN M; HAYAT S; AHMAD A; ALYEMENI, MN. **Soil cadmium enrichment: Allocation and plant physiological manifestations**. Saudi J Biol Sci. 2013.

JARDIM, Wilson. **Introdução à Química Ambiental**. 2001. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/evolucao.pdf>>. Acessado 23 jul. de 2019.

KOHN, K. , MORAES, C. H. **O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital**, 2007. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação.

MARIGA, J. T., **Educação e Meio Ambiente**, 2006. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/ccsaemperspectiva/article/viewFile/1435/1165>> Acesso em 20 de jul. de 2019.

MEDEIROS, A. B. ; MENDONÇA, M. J. S. L.; SOUSA, G. L.; OLIVEIRA, I. P. **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais**, 2011. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/a-importancia-da-educacao-ambiental-na-escola-nas-series-iniciais.pdf>>. Acesso em 2 de ago. de 2019.

MOFFATT, I. **Environmental space, material flow analysis and ecological footprinting**. Handbook of Sustainable Development. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar Publishing, 2007.

MOTA, J. C. ; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C. ; CURI, W. F. **Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual**. 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942/14313>>. Acesso em: 07 ago. de 2019.

MOUSINHO, P. Glossário. In: Trigueiro, A. **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante. 2003.

MOURA, C.L. **Distribuição de Metais Pesados (Cr, Cu, Ni e Zn) em Sedimentos de Fundo do Rio Embu-Mirim-SP**. Dissertação de Mestrado. USP, São Paulo. 2002.

MOZETO, A. A. ; JARDIM, W. F. A. **Química Ambiental no Brasil**. Quím. Nova, São Paulo, 2002.

MURALIKRISHNA, I. V; MANICKAM, V . **Sustainable Development, Environmental Management**, Butterworth-Heinemann, 2017.

PATRICK L. **Mercury toxicity and antioxidants: Part 1: role of glutathione and alpha-lipoic acid in the treatment of mercury toxicity**. 2002.

REMÉDIO, J. A; BARBOSA, K. A. , **A educação ambiental como instrumento de proteção do direito fundamental ao meio ambiente**, 2013.

REIDLER, Nivea Maria Vega Longo; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. **Gerenciamento de resíduos constituídos por pilhas e baterias usadas**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-117.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

ROOS; BECKER, . **Educação ambiental e sustentabilidade**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFSM. v(5), n°5, p. 857 - 866, 2012.

RODRIGUES, Stélio João, **Environmental Education: A Propose of High School**, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 116, 2014, Pages 231-234.

SANTOS, W. ; MÓL, G. **Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais**. São Paulo: Nova Geração, 2010. 2 v.

SINGH, R.; GAUTAM, N.; MISHRA, A. ; GUPTA, R. **Heavy metals and living systems: An overview**. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3113373/>. Acesso em 15 jul. de 2019.

XIONG, Xinni; LIU, Xueming; YU, Iris K.M.; WANG, Lei; ZHOU, Jin; SUN, Xin; RINKLEBE, Jörg; SHAHEEN, Sabry M.; OK, Yong Sik; LIN, Zhang; TSANG, Daniel C.W. **Potentially toxic elements in solid waste streams: Fate and management approaches**, 2019. Environmental Pollution, Volume 253, 2019,Pages 680-707.

ZOLLER, U. **Education in Environmental Chemistry: Setting the Agenda and Recommending Action**, 2005. Journal of Chemical Education, 82, pp. 1237-1240.