



## **Sustentabilidade: possibilidades de trabalhos abordando o tema resíduos eletrônicos no ensino médio**

**Ana M.C.Grisa<sup>1</sup>, Gizele Z. Chiarello<sup>2</sup>, Ivete A.S. Booth<sup>3</sup>, Daniel Raber<sup>4</sup>**

Universidade de Caxias do Sul

([danileraber@gmail.com](mailto:danileraber@gmail.com)<sup>1</sup>, [gizelechi@gmail.com](mailto:gizelechi@gmail.com)<sup>2</sup>, [iasbooth@gmail.com](mailto:iasbooth@gmail.com)<sup>3</sup>, [amcgrisa@ucs.br](mailto:amcgrisa@ucs.br)<sup>4</sup>)

### **Resumo**

Os meios de comunicação com o avanço tecnológico e o lançamento de novos equipamentos eletrônicos tornam os equipamentos obsoletos em curto espaço de tempo e aumentam o seu potencial de descarte no meio ambiente. Este fato gera resíduos que possuem em sua constituição metais pesados e um tempo longo de degradação no meio ambiente. O não aproveitamento de seus resíduos e a sua disposição incorreta torna-se uma grave ameaça ao ambiente. Devido a isto é fundamental que as escolas insiram em suas ações temas relacionados com a educação ambiental de forma que os estudantes tornem-se cidadãos mais conscientes com relação ao uso desses materiais, seu tempo de degradação, questões ambientais com relação ao reaproveitamento e descarte ambientalmente correto. Este trabalho tem como objetivo desenvolver ações educativas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual na cidade de Antônio Prado/RS, com relação aos eletrônicos, danos ambientais causados pelos componentes dos resíduos eletrônicos e sua participação na preservação do meio ambiente conscientizando-os para o destino correto. Atividades didáticas propostas possibilitaram aos estudantes perceberem que a utilização da tecnologia melhora a vida do homem em alguns aspectos, entretanto o descarte inconsciente e/ou incorreto de eletrônicos causa sérios danos ao meio. Os resultados fornecem evidências sobre as percepções dos estudantes em relação ao uso adequado desses eletrônicos e que uma melhor qualidade ambiental e de vida na sociedade não depende apenas de atitudes governamentais ou decisões empresariais, mas essencialmente da consciência ética e cidadã de cada um de nós.

Palavras-chave: Resíduo eletrônico. Meio ambiente. Reciclagem.

Área Temática: Educação ambiental.

## **Sustainability: work possibilities approaching the issue electronic waste in high school**

### **Abstract**

*The media with the technological advances and the introduction of new electronic equipment become obsolete in short time and increase your potential disposal in the environment. This fact generates waste that have in its constitution heavy metals and a long time degradation in the environment. The non-utilization of its waste and improper disposal thereof becomes a serious threat to the environment. Because of this it is essential that schools enter into their themes actions related to environmental education so that students become more aware citizens regarding the use of these materials, degradation time of the same, environmental issues regarding the recycling and disposal environmentally friendly. This work aims to develop educational activities with students of the 3rd year of high school State School in the town of Antonio Prado / RS with respect to electronics, environmental damage components of electronic wastes and their participation in preserving the environment educating them to the*



*correct destination. Didactic proposed activities enabled the student to realize that the use of technology improves the life of man in some respects, however unconscious disposal and / or electronics incorrect cause serious damage to the environment. The results provide evidence on the perceptions of students regarding the appropriate use of these electronic and better environmental quality and of life in society depends not only on government attitudes or business decisions, but essentially ethical awareness and citizen of each of us.*

**Key words:** *Electronic waste. Environment. Recycling.*

**Theme Area:** *Environment education.*

## 1 Introdução

O consumo e a utilização de equipamentos eletrônicos levam a constantes trocas de versões, com o lançamento de produtos cada vez mais poderosos e capazes de realizar um número cada vez maior de tarefas com maior rapidez e flexibilidade. Portanto, os equipamentos eletrônicos ficam tecnologicamente ultrapassados em curto espaço de tempo, e o conserto dos mesmos é dificultado pela não disponibilização de peças pela indústria ou devido à inviabilidade econômica de conserto (RODRIGUES, 2008).

O resíduo eletrônico é resultante da rápida obsolescência de equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010) que inclui computadores, celulares, televisores e outros dispositivos que estejam em desuso. Os eletroeletrônicos e eletrodomésticos são sinônimos de melhoria da qualidade de vida das pessoas, que economizam trabalho automático, deslocamento, tempo, mas que para funcionarem tem em sua constituição metais (PALLONE, 2010). Os eletroeletrônicos e eletrodomésticos contêm, em sua maioria, substâncias perigosas e o não aproveitamento de seus resíduos e a disposição dos mesmos no solo, em aterros ou lixões, é prejudicial à segurança e saúde do meio ambiente.

O descarte desenfreado desses produtos tem gerado problemas ambientais sérios, pelo seu volume ocupado, por conterem materiais que não se decompõem em tempo curto e pela presença de metais pesados em sua composição. Os metais contaminam o solo, águas superficiais e subterrâneas, além de terem efeito cumulativo são prejudiciais à saúde humana (ARAÚJO et al., 2012).

O problema de coleta de resíduos que mais cresce no mundo é o de resíduo eletrônico (SOMMER, 2005) devido à produção constante de novos produtos para manter um mercado em constante crescimento e do ciclo vida reduzido desses aparelhos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê um acordo a ser firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, quanto à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Estes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso. Para um ambiente mais adequado, devem ser observados os fatores na seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A reciclagem causa muitos benefícios tais como a diminuição de recursos naturais renováveis e não renováveis evitando a poluição do solo, água e ar, o reaproveitamento de materiais, a redução do consumo de energia para fabricação de novos bens de consumo e a oportunidade de empregos para a população e incentiva o fortalecimento de associações e cooperativas (SEMA, 2005). O resíduo eletrônico é composto por diversas substâncias e os metais são os que se apresentam em maior quantidade, alguns com alto valor comercial (DALLA FAVERA, 2008).



No Brasil, ainda, são escassas as pesquisas sobre a gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, principalmente, no que diz respeito à gestão adequada desses resíduos (FRANCO & LANGE, 2011).

Diante dos problemas gerados pelos resíduos eletrônicos, é necessário a implementação da política dos "3 Rs". (Reducir, Reutilizar e Reciclar), contribuindo para a redução da quantidade de resíduos gerados, consumo de energia e da extração de recursos naturais (BORGES & OLIVEIRA, 2011). Uma das atividades que alimentam a reciclagem é a coleta seletiva (REVIVERDE, 2002).

O ambiente escolar é um dos primeiros passos para a conscientização dos futuros cidadãos para com o meio ambiente relacionando o ser humano com a natureza. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2002) no processo de aprendizagem os estudantes devem ser instigados a abordar o conhecimento de um determinado assunto, partindo da necessidade de explicar, compreender, intervir, mudar ou prever algo. O estudo da química no ensino médio deve possibilitar ao aluno a compreensão dos processos químicos, da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações, ambientais, sociais, políticas e econômicas, para que possam julgar com fundamentos as informações obtidas e tomar decisões autonomamente.

A aprendizagem facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, fazer conclusões, avaliar e tomar decisões. Os temas relevantes favorecem a compreensão do mundo natural, social, político e econômico.

Para que os estudantes sejam transformadores de sociedade, o professor deve propiciar por meio de situações problemas que estimulem o raciocínio do aluno com vistas ensino/aprendizagem, atividades com estratégias de problematização, trabalho de grupo, pesquisa, seminário, debate, produção coletiva e estudo do meio (VASCONCELLOS, 2004).

Segundo Anastasiou (2003), ensinar é deixar marcas e essas marcas deveriam ser de vida, de busca e de despertar para o conhecimento.

Com base no exposto acima foi desenvolvida uma proposta na disciplina de Química, relacionada com um tema que afeta a sociedade moderna e aos efeitos ocasionados ao meio ambiente pelo descarte de resíduos eletrônicos, repleta de significados, vinculada a problematização de situações reais que assume uma perspectiva de educação transformadora (FREIRE, 1998), para ressignificar o estudo do resíduo eletrônico em sala de aula, visando um ensino voltado às questões sociais.

As atividades foram propostas com um enfoque interdisciplinar, reunindo estudos complementares de diversos especialistas em um contexto de âmbito mais coletivo, estabelecendo uma interação entre as várias áreas do conhecimento, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, consequentemente, a modificação de conceitos e terminologias fundamentais (SANTOMÉ, 1998).

As ações desenvolvidas tiveram como objetivo inicial à conceituação, investigação do descarte e danos ambientais causados pelos componentes dos resíduos eletrônicos, bem como as possíveis soluções para minimizar os impactos provocados ao meio ambiente. Estas ações foram realizadas pelos alunos do Ensino Médio no do Colégio Estadual Professor Ulisses Cabral na cidade de Antônio Prado, Rio Grande do Sul.

## 2 Metodologia

A ciência moderna, segundo O'riordan (2000), tem se tornado cada vez mais interdisciplinar, preparando pessoas para a cidadania e tomadores de decisão. Para isto se tornar uma realidade, é necessário realizar-se uma abordagem de ensino e de investigação não convencional, que lide inclusive com os aspectos de incerteza científica e com as inter-relações entre as várias "ciências" tradicionais.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Segundo Mizukami (2000), a aprendizagem privilegia a construção do conhecimento, baseada no questionamento reconstrutivo, na pesquisa e construção do conhecimento. Esses pressupostos fundamentam a organização da atividade, parte integrante da situação-problema como forma de valorizar o saber cotidiano dos alunos e o saber científico.

A realização da proposta de trabalho voltada aos resíduos eletrônicos contemplou a aprendizagem significativa, a partir do conhecimento prévio de 35 alunos do 3º do ensino médio do Colégio Estadual Professor Ulisses Cabral, na cidade de Antônio Prado, RS.

A primeira etapa da proposta tendo o professor mediador foi desencadeada com um questionamento sobre as ideias que os alunos já possuíam com relação às seguintes questões: O que é resíduo eletrônico?, Quais são os principais produtos eletrônicos presentes em suas residências? Quais são descartados com maior frequência?, O resíduo eletrônico deve ser descartado em lixo comum? e Qual é o seu melhor destino? A atividade inicial foi amparada na aprendizagem por questionamento visando a não somente aumentar a motivação dos alunos, mas também a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003, CHRISTOFOROU & YIGIT, 2008).

Na segunda etapa foi realizado um levantamento de dados, por meio de um questionário com questões relativas ao número e o processo de descarte de eletrônicos com os familiares dos estudantes pertencentes às zonas rural e urbana de Antônio Prado.

Posteriormente com o objetivo de estimular os alunos a aprofundarem seus conhecimentos e vivenciarem questões éticas e educativas, relacionadas ao tema “resíduo eletrônico” foi exibido o vídeo “História das Coisas” disponível em <http://blogs.unigranrio.br/formacaogeral/a-historia-das-coisas-versao-brasileira>. Após a exibição do vídeo, foi realizado um debate sobre resíduos e impactos dos mesmos sobre o meio ambiente.

A terceira etapa da proposta foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica em livros, revistas, jornais, vídeos sobre telefone celular, computador, televisor, bem quanto aos metais presentes em sua constituição; reciclagem; impactos gerados no meio ambiente e no organismo humano pelo descarte e com ênfase na composição polimérica e tempo de decomposição. Posteriormente foi realizada uma coleta de dados pelos estudantes que residem na zona rural com os seguintes questionamentos: Em sua residência qual destino é dado ao resíduo eletrônico? e Possui coleta do resíduo em sua região? Qual seu destino?

Os alunos que residem na zona urbana realizaram entrevistas, em relação ao destino dado aos resíduos eletrônicos pós-consumo, em estabelecimentos e na Prefeitura de Antonio Prado sobre o destino do resíduo eletrônico após a coleta seletiva.

Posteriormente a cada quinze dias os grupos de estudantes possuíam atividades a serem realizadas e entregues. O Quadro 1 ilustra as tarefas desenvolvidas pelos alunos.

Quadro 1 – Tarefas solicitadas aos estudantes do terceiro ano.

Datas para entrega dos resultados	Atividades Solicitação – abrangência	Formas de apresentação dos resultados
1ª semana	- Destino do eletrônico da zona rural e urbana de Antônio Prado; - Locais de coleta dos resíduos; - Formas de reciclagem.	Trabalho escrito.
15 dias após	- Metais presentes no eletrônico; - Influência destes metais no meio ambiente e no corpo humano; - Impactos do descarte indevido do eletrônico no meio ambiente.	Trabalho escrito; Elaboração de cartazes.
15 dias após	Com relação aos materiais poliméricos constituintes dos eletrônicos, indique: - fórmula estrutural;	Trabalho escrito; Elaboração de cartazes.



	- propriedades; - características; - principais utilidades; - tempo de decomposição.	
15 dias após	Registro audiovisual da evolução dos eletrônicos.	Elaboração de um vídeo.
15 dias após	Culminância.	Apresentação oral dos resultados.

Em uma atividade colaborativa, foi realizada a elaboração de uma síntese do que era mais importante nos aspectos gerais pesquisados e socialização dos resultados se deu por meio de cartazes e material audiovisual.

### 3 Resultados

Os estudantes, em sua maioria, responderam que resíduo eletrônico são peças que estão em desuso e os equipamentos eletrônicos mais utilizados foram: televisor, telefone celular, computador, rádio, geladeira, freezer, forno elétrico e forno de micro-ondas. Os alunos ressaltaram que os eletrônicos não devem ser enviados para o descarte comum, mas devolvidos a estabelecimentos que destinem os mesmos a reciclagem. Resaltaram que o telefone celular, o rádio e o computador, são os equipamentos descartados com maior frequência pelos alunos. Também se observou um número expressivo de computadores tanto na zona rural como na urbana.

Com relação ao levantamento de dados realizados na zona urbana 87,2% das pessoas possuem computador, e que se comparada à zona rural esse valor é muito próximo, 80,9%. Essa presença está aumentando, pois há certa necessidade das pessoas se adequarem e acompanharem a evolução da informática. O televisor está presente em todas as casas dos moradores da zona rural e na cidade 99,2% e 97,1%, dos alunos da zona rural possuem celulares e todos os alunos da zona urbana possuem em suas residências telefone celular.

Pela análise da coleta de dados, a troca de aparelhos eletrônicos tanto nas zonas rural e urbana ocorre somente quando o aparelho deixa de funcionar. O tempo médio de substituição dos aparelhos de celular ocorre entre 2 a 3 anos e os computadores mais de 5 anos.

Quanto ao destino dos resíduos eletrônicos verificou-se que: 1. devolução aos fornecedores dos telefones celulares é efetuada tanto pelos estudantes da zona urbana como rural; 2. deposição dos resíduos eletrônicos no descarte de resíduos comum ocorre em maior proporção na zona urbana que na rural; 3. Os televisores em sua maioria são deixados nas eletrônicas pelos moradores da zona urbana, já na zona rural em maior número estão estocados nas residências e 4. Os computadores pertencentes a maioria dos moradores da zona rural não são descartados, pois estes ainda possuem seu primeiro computador em funcionamento, ou seja, este resíduo praticamente não é gerado nestas localidades.

Na zona rural a coleta de resíduos sólidos é realizada a cada quinze dias e algumas localidades não possuem esse serviço, quando coletado o destino é o mesmo da zona urbana. Na cidade de Antônio Prado, os computadores e os televisores que param de funcionar, ou mesmo quando ocorre à troca por uma versão mais atualizada, são levados para um ponto de venda ou para o descarte de resíduos sólidos.

Com relação à coleta de dados na zona urbana, os resíduos eletrônicos pós-consumo são destinados para:

- Comércio de eletrodomésticos que encaminha os equipamentos que estão com garantia aos fornecedores No caso do uso de listas, o marcador disponível é este que aparece no início desta frase;
- Fornecedores de computadores ou local de conserto de computadores, mediante o pagamento para recolhê-los;



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

- Fornecedores de celulares que recolhem todos os celulares das marcas vendidas ou loja de conserto de materiais eletrônicos que recebe o eletrônico e utiliza parte de seus componentes e descarte no ferro velho.

Segundo o Departamento do Meio Ambiente do Município de Antônio Prado o município não recolhe separadamente o resíduo eletrônico e após a coleta seletiva todo “resíduo seco” é transportado para o município de Minas do Leão – RS, destinado a separação dos resíduos sólidos e aproveitamento de alguns materiais como papel, papelão, vidro, plástico e alumínio e restante é destinado aterro sanitário.

Os estudantes em grupos formalizaram o fechamento da proposta com a entrega por escrito das atividades de pesquisa solicitada (Quadro 1) e socializaram seus resultados por meio de cartazes e material audiovisual para os demais estudantes da escola..

As Figuras1, 2 e 3 ilustram os cartazes elaborados pelos alunos que foram expostos na escola como meio de divulgação e socialização com relação ao resíduo eletrônico; sua composição; componentes químicos presentes nos computadores e seus efeitos e influência no meio ambiente; componentes nos celulares; polímeros presentes nos celulares; polímeros e os computadores, e metais e os computadores.

Figura 1. Componentes dos celulares

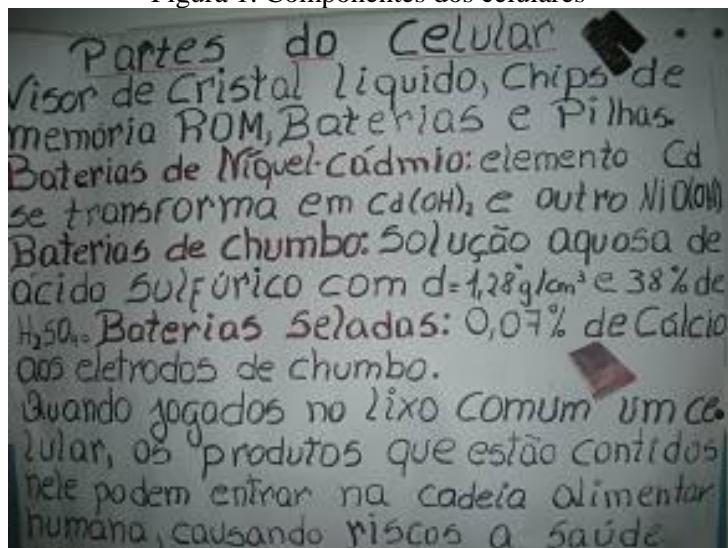
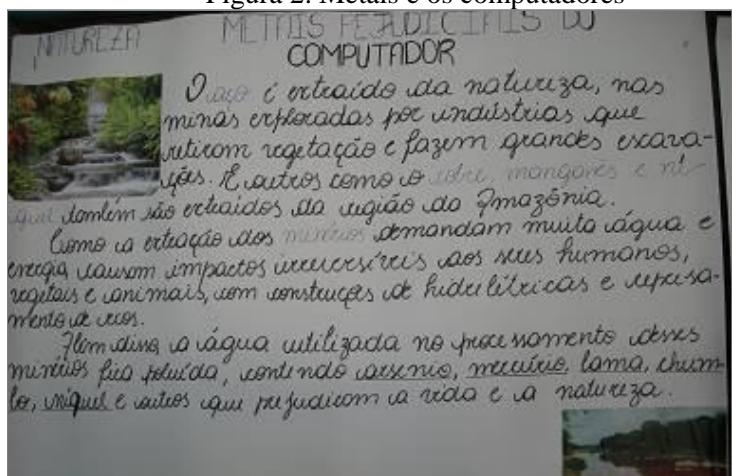


Figura 2. Metais e os computadores

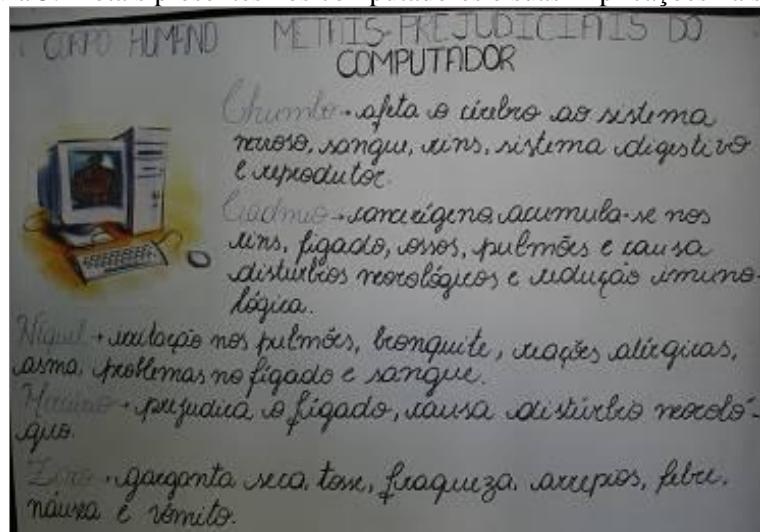




## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 3. Metais presentes nos computadores e suas implicações na saúde



Avalia-se que as atividades desenvolvidas mostrou um grande envolvimento com os alunos participantes, onde permitiu que os mesmos pudessem refletir sobre tudo que foi abordado por meio dos questionamentos e coleta de dados dos alunos.

Com a socialização deste trabalho os gestores da cidade estão elaborando um projeto com objetivo de construir um local para reciclagem de resíduos sólidos. Este é o primeiro passo para o desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. Cada cidadão deve fazer a sua parte, devendo controlar e fiscalizar as atividades dos geradores juntamente com o órgão municipal.

Os trabalhos desenvolvidos serviram de alerta para os estudantes e familiares quanto aos resíduos gerados e potenciais perigos ao ambiente. Portanto, é preciso avaliar a real necessidade da aquisição de um novo aparelho e o descarte apropriado após o seu consumo.

Os alunos participaram efetivamente de todas as etapas com o apoio da comunidade escolar envolvida. A partir do momento em que o aluno participa ativamente do processo ensino-aprendizagem perceberá a importância e a relevância da construção de conhecimento, coletiva ou não, para a sua condição de indivíduo, participante e consciente do seu papel na sociedade e comprometido com o meio ambiente.

### Referências

ANASTASIOU, L. G. C.; PIMENTA, S. G. **Docências no Ensino Superior.** Coleção docência em formação. São Paulo: Cortez, 2002.

ARAÚJO, M. G.; MAGRINI, A.; MAHLER, C. F.; BILITEWSKI, B. A **model forestimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil.** Waste Management, v. 32, 2012, pg. 335-342.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva Cognitiva, Editora Plátano, Lisboa, 2003.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

BRASIL. Lei n°12.305, 2 agosto 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 3 dez. 2015.

BORGES, E. A., OLIVEIRA, M. A. Educação Ambiental com ênfase no consumo consciente e o descarte de resíduos – Uma experiência da educação formal. In: II SEAT – Simpósio de Educação Ambiental e Transdisciplinaridade. Maio de 2011. Goiânia.

CHRISTOFOROU, A. P. ,YIGIT, A. S. **Improving teaching and learning in engineering education through a continuous assessment process.** European Journal of Engineering Education v.33, 2008, pg.12-15.

DALLA FAVERA, E. C. **Lixo Eletrônico e a Sociedade.** 2008. Disponível em: <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~favera/elc1020/t1/artigo-elc1020.pdf>>. Acesso em: 21 denov. 2015.

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. **Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, jan./mar. 2011, pg. 73-82.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**, 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cortez e Moraes, 1998.

MIZUKAMI, M. G. N. Casos de ensino e aprendizagem profissional em docência. In: ABRAMONICZ, A; MELLO, R. R. **Educação: pesquisas e práticas.** Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA D. **Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana.** 2007. Disponível em: <http://www.htmlstaff.org/ver.php?id=7220>. Acesso em: 03 dez. 2015.

O'RIORDAN, T (Ed.) **Environmental Science for Environmental Management.** 2nd ed. London: Prentice Hall, 2000.

PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) + Ensino Médio: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade – O Currículo integrado.** Editora Artmed: Porto Alegre, 1998.

SOMMER, M. **O lado obscuro do lixo eletrônico,** 2005. Disponível em: <<http://www.Tierramerica.net/2005/0402/pgradespluma.shtml>>. Acesso em: 30 de nov.2015.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Construção do conhecimento em sala de aula.** 15<sup>a</sup> ed. São Paulo: Libertad, 2004.