

REDUZIR, REUSAR E RECICLAR RESÍDUOS ELETRÔNICOS USANDO O CONCEITO DE ROBÓTICA EDUCATIVA

*Reduce, reuse and recycle waste electronic using the robotic
educational concept*

Luiz Antonio Alves Fernandes¹, Francisca da Silva, João Paulo Ferreira Lima, Edilson Leite da
Silva
1.luiz.alvesfernandes@hotmail.com

Resumo

Uma forma de contribuir na redução da problemática ambiental é reduzir quantidade de lixo eletrônico descartado como comum. Este trabalho apresenta os resultados de um projeto extensão que aplica o princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) lixo eletrônico com início em março de 2015, objetivando contribuir para reduzir o resíduo eletrônico na região de Cajazeiras no auto sertão da Paraíba. No primeiro ano de funcionamento até fevereiro de 2016, já tiveram vários resultados como: a montagem de computadores a partir de outros a princípio inservíveis e/ou economicamente inviáveis; construção de objetos usando o conceito de robótica educativa a partir de peças eletronicamente ainda funcionais; confecção de objetos artesanais usando peças não funcionais; realização de ações educativas para mostrar os resultados obtidos e conscientizar as pessoas para aplicação do princípio dos 3Rs em relação aos eletrônicos. Quanto aos procedimentos metodológicos é uma pesquisa aplicada, descritiva e estudo de caso. Apresenta como resultados os objetos confeccionados no projeto relativos à robótica educativa e que contribui para redução dos danos ao meio ambiente, incentivando mais pessoas e instituições replicar a idéia ampliando cada vez mais estas ações e resultados. Palavras-chave: Lixo Eletrônico. Robótica Educativa. Princípio dos 3Rs.

Abstract

One way to contribute to the reduction of the environmental issue is to reduce the amount of electronic waste disposed of as common. This paper presents the results of an extension project that applies the principle of the 3Rs (Reduce, Reuse and Recycle) electronic waste starting in March 2015, aiming to help reduce the electronic waste in Cajazeiras region in self backlands of Paraíba. In the first year of operation until February 2016, already had several results as: assembling computers from others unserviceable and / or uneconomical principle; building objects using the concept of educational robotics from parts electronically still functional; making handmade objects using non-functional parts; conducting educational activities to show the results and raise awareness for the principle of the 3Rs in relation to electronics. As for the methodological procedures is an applied, descriptive and case study. Displays results as objects made in the project for the educational robotics and contributes to reducing damage to the environment by encouraging more people and institutions to replicate the idea increasingly expanding these actions and results.

Key - words: Junk. Educational Robotics. Principle of the 3Rs.

Introdução

O rápido processo de desenvolvimento e surgimento de novas tecnologias facilita o surgimento de novos produtos eletrônicos instigando o consumo muitas vezes por atrativos supérfluos que os usuários nem sempre as utilizam, mas que às vezes as adquirirem por questões de *status*, para estarem em dia com o que há de mais novo e moderno, enquanto que sua necessidade básica de determinado aparelho poderia ser satisfeita com um que já possui. Infelizmente atitudes como essas tem feito com que milhões de novos equipamentos eletrônicos sejam fabricados todos os anos. Muitos deles causando prejuízos à saúde desde a sua fabricação, passando pelo uso e depois de inutilizado.

Também tem o problema da falta de informação dos usuários quanto ao descarte dos equipamentos de forma adequada que acabam por descartar como lixo comum, o que causa a queima dos componentes químicos poluindo o ar, bem como a contaminação dos lençóis freáticos e posteriormente contaminando rios, animais e seres humanos.

O lixo eletrônico¹ são todos os equipamentos que compõem os eletrônicos e ao não serem mais úteis são descartados com lixo, ou seja, são aqueles aparelhos/materiais que são dados por inúteis e/ou sem valor, gerado pela atividade humana, Ferreira, (2008). Neste lixo entre outros componentes químicos, pode-se encontrar ouro, prata, chumbo, cádmio, mercúrio, que podem causar diversas doenças nos rins, sistemas (respiratório, sanguíneo e nervoso), e câncer de pulmão entre outras doenças, Trombini; Gomes, (2013).

Neste trabalho apresentamos resultados de um projeto de extensão que se propões a trabalhar segundo o princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar). Neste processo procura-se **reduzir** o lixo eletrônico por meio da conscientização e sensibilização quanto a evitar a compra desnecessária e o retardo no descarte; **reutilizar** o máximo possível verificando o reaproveitamento na criação de outros produtos similares (por exemplo, montando computadores a partir de peças de outros que a princípio estariam inutilizados) ou para criação de outros produtos por meio do artesanato, eletrônica, robótica, artes plásticas, etc; **reciclar** promovendo a separação e destinação correta do que não pode ser mais reaproveitado utilizando as partes, fazendo isso, por meio processo adequado, com a separação dos componentes que serão reaproveitados em outros produtos. Nessa parte, o projeto faz a separação e depois a destinação para empresas com licenças ambientais para reciclagem eletrônica.

O projeto busca contribuir para redução do resíduo eletrônico na cidade de Cajazeiras e região, principalmente o que está diretamente relacionado à comunidade acadêmica do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). São desenvolvidas atividades como a exposição dos resultados do projeto e ao mesmo tempo a realização de ações educativas no sentido de conscientização da aplicação do princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) nos eletrônicos. Além disso, tem atividades específicas com a confecção de materiais educativos usando o conceito de robótica educativa.

Busca-se inicialmente desenvolver suas atividades em relação ao problema da comunidade acadêmica do CFP/UFCG que já concentra um grande volume de resíduo eletrônico, o que é feito em conformidade com legislação federal como decreto Nº 99.658/1990, Brasil (1990) e o decreto Nº 6.087/2007, Brasil (2007) que tratam do desfazimento de bens (ociosos, onerosos, inservíveis, irre recuperáveis) e segundo as recomendações da Lei Federal nº 12.305/2010, conhecida como Lei dos Resíduos Sólidos, Brasil (2010) na qual determina como as instituições públicas e privadas são responsável pelo descarte de forma correta dos resíduos sólidos que elas produzem.

Neste contexto, o objetivo é apresentar resultados da confecção de materiais a partir de resíduos eletrônicos utilizando o conceito de robótica educativa. Além de mencionar outros materiais já confeccionados em outras atividades do projeto como peças artesanais, ações educativas e de divulgação.

¹ Neste trabalho utilizamos o termo lixo eletrônico para sermos fies a literatura que utilizamos para embasar o projeto do qual são retirados os resultados. Contudo, cabe observar que na prática do projeto o termo correto seria resíduo eletrônico (que permite reusar e reciclar), tanto é que na renovação do projeto que está na sua fase atual, já foi feita a atualização conceitual para atender a definição usada na Lei Federal nº 12.305 de 2010, que trata dos resíduos sólidos, incluindo os eletrônicos.

Referencial

Inicialmente apresentam-se dados estatísticos, resultados de pesquisas realizadas mostrando os números relativos ao crescimento no consumo de eletroeletrônicos no Brasil e elementos químicos encontrados nos eletroeletrônicos versus os problemas causados a saúde.

Quanto ao crescimento no consumo de eletroeletrônicos no Brasil, são dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e da empresa de consultoria e pesquisa IDC Brasil, instituições com vários anos de serviços prestado e reconhecidas no mundo na sua área de atuação. Estes dados são relativos a computadores (pessoal, *notebook*, *tablet*, celulares).

- Em relação aos computadores, segunda pesquisa a IDC em 2011, o Brasil se tornou o quarto maior mercado de computadores do mundo, atrás apenas do EUA, China e Japão. Em 2010, foram vendidas 13,7 milhões de unidades 23,5% a mais de em relação 2009. Desses números 65% foram vendidos para usuários domésticos e 35% para empresas e a venda de *notebooks* para usuários domésticos foi 30% maior do que a venda de *desktop*. Já segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2013, no Brasil já são três computadores para cinco pessoas com projeção de um para cada habitante em três anos.
- Quanto aos *tablets*, as suas vendas já devem superar as de *notebooks* em 2014 que terá 10,7 milhões e 8,4 milhões respectivamente. Segundo pesquisa do IDC, em 2013, o Brasil comercializou 7,9 milhões de *tablets*, um aumento de 119% em relação a 2012.
- Já os celulares (principalmente *smartphones*), em 2012 foram vendidos 59,5 milhões, 78% a mais do que em 2011, também segundo dados do IDC, só em 2013 foram vendidos 16 milhões desse tipo de celulares, o que representa cerca de 30 *smartphones* a cada minuto.

Elementos químicos encontrado nos eletrônicos versus os problemas causados à saúde

Existem diversos tipos de componentes (metais pesados e outras substâncias) usados em diversos eletroeletrônicos que trazem problemas para saúde dos seres humanos. Aqui relacionamos alguns desses componentes, os aparelhos onde são encontrados e problemas que causa a saúde.

Os principais metais pesados e/ou outras substâncias encontradas nos eletroeletrônicos e que causam problemas de saúde, são: chumbo, mercúrio, cádmio, Arsênio, Berílio, BRT e PVC. Os eletroeletrônicos onde estes metais e/ou substâncias são encontrados, são: computadores (*desktops*, *notebooks*, *tablets*), monitores (CRT e tela plana), televisão, celulares incluindo os *smartphones*. E, entre os principais problemas ocasionados à saúde, estão: envenenamento, danos aos pulmões, ossos, rins, sistema nervoso, problemas respiratórios, câncer de pulmão, desordem hormonal, reprodutiva e nervosa.

Felizmente já existem algumas iniciativas de instituições tanto públicas quanto privadas que têm trazido bons resultados e benefícios em relação a reciclagem dos eletroeletrônicos, espelhadas por diversas regiões do país. Entre estes benefícios, além da redução dos impactos ambientais e dos problemas causados à saúde, também promovem a geração de emprego e renda, além da criação de novos produtos principalmente por meio de projetos artísticos e/ou artesanais e robótica, como pode ser visto em Sant'anna, (2012). São iniciativas como estas que estimularam a criação de projetos para fazer algo semelhante em benefício da nossa região.

Alguns dessas Iniciativas X Benefícios, encontradas pelo Brasil

Felizmente já existem em diversas partes do Brasil iniciativas que buscam reduzir a quantidade de lixo eletrônico e conseqüentemente, os problemas causados pela contaminação dos componentes químicos que provocam diversos malefícios aos seres humanos.

Estas iniciativas trabalham com chamado princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar). Neste processo procura-se reduzir (evitar a compra), reutilizar (artesanato, eletrônica, robótica), reciclar (separação e destinação correta), além de promover inclusão digital, geração de emprego e renda, educação ambiental e promoção da saúde.

O Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) implantado em 2009 na Universidade de São Paulo (USP). Faz a categorização, triagem e destinação de 500 a 1000 equipamentos por mês. O projeto tem reconhecimento da UNO, permitindo a USP lançar o Selo Verde, para certificar empresas com essas iniciativas. Campos; Oliveira, (2011);

Escola de Referência em Ensino Médio (EREM) José Leite Barros – tem um projeto que começou em 2012 e envolve alunos da escola sob a orientação do professor de Física e Química, Edilson Moura. Eles montam robôs com peças de celulares, placas de computadores, impressoras e roteadores, onde os alunos aprendem conceitos relacionados a matemática, física, química, eletrônica e até inglês. Secretaria Estadual de Educação – PE, (2013);

AID - Apoio à Inclusão Digital do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPE), atua há 8 anos em João Pessoa, conta com 78 alunos de quatro cursos. Nos últimos anos, realizou em média, 7 toneladas de descarte de lixo eletrônico e fez a doação de 12 computadores os melhores alunos da Escola de Computação Solidária (ECS), e 30 para comunidades carentes e funcionários do UNIPE.

UFMG – desde 2012 a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) *Campus I*, recupera equipamentos e resíduos eletrônicos gerados na instituição e monta novos computadores e doa às comunidades carentes. O projeto conta com o Posto de Entrega Voluntário (PEV), localizado no bloco BX da UFCG *Campus I*. Mendes, (2013).

Robótica educativa

Quanto a robótica de forma geral “é a ciência que trata da construção e programação de robôs” (CELINSKI et, al, 2012, pág. 6) e possui um caráter multidisciplinar que envolve conceitos de outras áreas como informática, eletrônica, física etc.

Em relação a robótica educativa é utilizada em situação de aprendizagem pela resolução de problemas simples ou complexos num ambiente onde se ensina a montagem e automação de dispositivos que podem ser controlados, César (2009).

No caso do projeto foram confeccionados alguns objetos utilizando componentes eletrônicos ainda funcionais retirados de computadores e/ou seus periféricos, os quais podem ser utilizados para explicar conceitos de magnetismo, produção de energia elétrica através de energia mecânica (gerador), produção de energia mecânica a partir da elétrica (motor), circuito elétrico e corrente elétrica, os quais são apresentados nos resultados.

Metodologia

Este trabalho apresenta os resultados do projeto de extensão que está sendo realizado no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Cajazeiras, está embasado em alguns procedimentos metodológicos caracterizados como pesquisa bibliográfica, descritiva e estudo de caso realizado de forma aplicada.

No procedimento bibliográfico foi feito o levantamento conceitual sobre o objeto de estudo a partir de material já produzido, principalmente artigos. Trata-se também de um estudo de caso, pois busca mostrar os resultados práticos de um projeto que busca a solução de questões social e ambiental (reciclagem de lixo eletrônico), contribuindo para uma utilização mais consciente dos equipamentos eletrônicos.

Segundo Gil (2008) *apud* (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 60) “as pesquisas desse tipo estão voltadas para aplicação imediata de conhecimento a uma situação circunstancial”. O estudo de caso em questão é o projeto de extensão do CFP/UFMG que propõe por meio das ações previstas nos seus objetivos contribuir para reduzir os resíduos eletrônicos na região.

Quanto a natureza metodológica, é um estudo prático, que segundo (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51) “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos”. Neste trabalho busca-se mostrar os resultados práticos da utilização do conceito de robótica educativa como ação para reduzir o resíduo eletrônico

Resultados

O Projeto de Extensão do CFP/UFCG que teve início em fevereiro de 2015 e já apresenta vários resultados relacionados aos seus objetivos, como: computadores montados, pois foram montados ao todo seis computadores a partir de peças ainda funcionais de outros computadores; confecção de objetos utilizando o conceito de robótica educacional com peças ainda eletronicamente em funcionamento, como agitador magnético, uma garra mecânica, um gerador de energia (transforma energia mecânica em energia elétrica), outro gerador de energia (transformar energia elétrica em mecânica), um de circuito elétrico para demonstrar a condução de energia em um circuito elétrico fechado e um esmeril com funciona mecanicamente a partir de alimentação elétrica; e objetos artesanais usando peças não funcionais.

Mostrar os resultados da confecção de objetos usando o conceito de robótica educativa é o objetivo deste trabalho. Em relação a proposta de confeccionar materiais usando o conceito de robótica educativa, foram confeccionados os seguintes materiais.

Agitador magnético

O agitador magnético feito com HD e fonte de alimentação (figura 1) pode ser utilizado em laboratórios de química para agitar líquidos ou soluções em experimentos realizados neste por alunos e professores.

O agitador magnético é um equipamento bastante utilizado em laboratórios de química, tendo como função a homogeneização de soluções. Funciona da seguinte forma: na parte superior do agitador encontra-se um prato de alumínio; abaixo do prato no interior do aparelho tem um motor de velocidade regulada, ligado a um ímã, que em rotação faz girar uma pequena barra magnetizada que está no interior de um béquer (contendo uma solução) sob a bandeja do agitador, agitando toda solução.

O princípio básico do agitador magnético produzido no projeto está no centro do disco do HD, no qual foi fixado o ímã que foi retirado de outro local do próprio HD. Então, coloca-se um béquer com a solução e dentro um pequeno pedaço de metal (clip). Já sobre o disco do HD, no centro da região, colocou-se o ímã. Ao ligar o HD em uma fonte de alimentação o disco gira, gerando um campo magnético entre o ímã e o metal, provocando intensidade que atravessa o fundo do béquer, e conseqüentemente o metal que está no interior do béquer também gira movimentando todo líquido que se encontra no recipiente.



Figura 1: Agitador magnético de HD. Fonte: Próprio autor (2016).

Garra Mecânica

A garra mecânica (figura 2) simula o movimento de um braço, e seu funcionamento é bem simples. Para produção do equipamento foi utilizado: tabua, palitos de picolé, parafuso e porcas, chave on-off-on, interruptor Liga/Desliga, motor de impressora e algumas engrenagens também de impressora e um carregador de celular como fonte de alimentação elétrica.

Os palitos de picolé representam o braço, o motor junto com as engrenagens faz a garra mecânica realizar o movimento de segurar e soltar, a chave on-of-on é que faz o motor mudar o sentido de rotação, e o interruptor de energia e serve para ligar/desligar o movimento do equipamento.

Este exemplo demonstra a transformação da energia elétrica gerada pelo carregador de celular, que alimenta o motor para se movimentar de forma mecânica, fazendo os movimentos dos braços mecânicos para frente ou para trás dependendo da posição do interruptor.



Figura 2: uma garra mecânica. Fonte: Próprio autor (2016).

Gerador de energia elétrica

O tipo mais comum de gerador elétrico depende da indução eletromagnética para converter energia mecânica em energia elétrica, é a lei básica de indução eletromagnética.

O gerador que converte energia mecânica em energia elétrica produzido no projeto (figura 3) utilizou como material um pedaço de madeira com 30cm de comprimento e 4cm de altura para servir de base de apoio. Em uma das extremidades foi fixado um motor retirado de uma impressora que converterá a energia mecânica em energia elétrica, tendo a ele ligado um led. Na outra extremidade foi fixada uma manivela constituída de 2 CD's e uma haste, a manivela é ligada ao motor por um elástico.

Funciona da seguinte forma: ao girar a manivela, as bobinas que fica no interior do gerador gira com movimento de rotação uniforme dentro de um campo magnético uniforme; conforme as bobinas de cobre realizam o movimento rotacional dentro do campo magnético irá ocorrer a produção de corrente elétrica.



Figura 3: Gerador de energia. Fonte: Próprio autor (2016).

Esmeril feito com HD

Esmeris são equipamentos utilizados para afiar ferramentas, tirar ferrugem, etc. Para produção do esmeril (figura 4) utilizou-se das seguintes peças: lixa para ferro; cola branca; HD; fonte de alimentação.

No HD encontram-se várias peças entre elas o disco sobre o qual está fixado uma lixa para ferro com a mesma circunferência. Ao ser ligado por meio de uma fonte de alimentação o disco do HD gira com velocidade considerável em torno do seu eixo, fazendo girar também a lixa que está colado sobre ele, podendo ser utilizado como um esmeril.



Figura 4: esmeril feito com HD. Fonte: Próprio autor (2016).

Bobinas

O magnetismo é um tipo de energia associado a força de atração e repulsão presente em alguns materiais, denominados de ímãs. Os ímãs naturais encontrados na natureza, chamados de Magnetitas, são compostos por Óxido de Ferro (Fe_3O_4).

O campo magnético é a região ao redor de um ímã que ocorre um efeito magnético, pode-se perceber esse efeito pelas forças de atração e repulsão (força magnética), O campo magnético é representado por linhas imaginárias denominadas Linhas de Indução Magnética ou a Linhas de Fluxo Magnético, essas linhas são fechadas e seu fluxo vai do pólo norte ao pólo sul, figura 5.

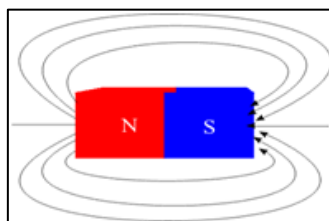


Figura 5: Campo magnético representado por linhas imaginárias.
Fonte: <http://electabuzzesl.tumblr.com/campomagnetico> Acesso em 30 jun. 2016

Um campo magnético pode ser criado por meio de uma corrente elétrica, é o caso dos eletroímãs, no qual, o fluxo de corrente elétrica em um fio condutor gera um campo magnético. Segundo MOUSSOI, 2005, p. 21 “este campo magnético é originado pelo momento de giro do dipolo magnético (referente ao spin do elétron) e pelo momento da órbita do dipolo magnético de um elétron dentro de um átomo.”

O simples e pequeno motor desenvolvido no projeto (figura 6) funciona por meio das propriedades magnéticas presentes no mesmo. Para construção do motor utilizou de uma pilha de 1,5v dois cliques, um fio de cobre na forma de bobina com duas pontas longas, e um ímã. Os dois cliques foram fixados um em cada pólo da pilha e adaptados para receber a bobina, que fica entre os cliques e no centro da pilha.

Neste instante ocorre o fluxo de corrente elétrica na bobina decorrente da pilha, tornando-a um eletroímã. Ao aproximar da bobina um ímã a mesma busca se aproximar o máximo do ímã, isso faz com que a bobina comece a girar em torno do seu eixo, quanto maior for a corrente elétrica fornecida maior será a velocidade de rotação da bobina.

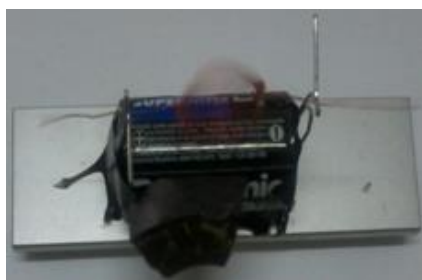


Figura6: Bobinas. Fonte: Próprio autor (2016).

Circuito elétrico

Para montagem do circuito elétrico foram utilizados: duas pilhas, um transistor, um led e fios. O circuito elétrico é formado por condutores interligados de tal forma a conduzir a corrente elétrica pelo sistema e chegando a um elemento que possa consumir energia elétrica e convertê-la em calor, luz ou energia mecânica.

Seguindo esse raciocínio, o circuito (figura 7) foi montado na mesma condição, com uma diferença que é a utilização de um transistor, mecanismo que é utilizado para servir como chave deixando o circuito sempre aberto, porém conectado. Basicamente o transistor serve para controle de fluxo de energia e amplificação do sinal elétrico. Quando o circuito é fechado, liga o led e quando é aberto, o led é desligado.

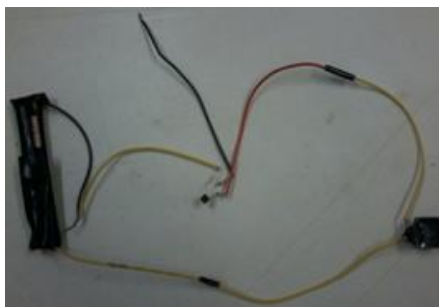


Figura 7: um circuito elétrico. Fonte: Próprio autor (2016).

Estes são os resultados do projeto relacionados ao conceito de robótica educativa, realizados até então, os quais podem ser utilizados para demonstração prática de conceitos teóricos aqui apresentados.

Considerações finais

Com os resultados do projeto utilizando o conceito de robótica educativa e reutilizando lixo eletrônico, é possível contribuir para o processo de ensino aprendizagem de várias formas, como: demonstrar de forma prática, conceitos teóricos sem a necessidade de grandes investimentos financeiros; contribuir para redução do lixo eletrônico que iria contaminar o meio ambiente e depois causar problemas a saúde das pessoas e animais; promover ações educativas no intuito de sensibilizar para o consumo e descarte do lixo eletrônico.

Além dos resultados aqui apresentados, também já temos outros resultados do projeto como a extração do nitrato de prata a partir da matriz de contato dos teclados, a confecção de objetos artesanais com peças não funcionais, produção de artigos publicados em eventos nacionais e internacionais para divulgação de resultados do projeto e ação educativa, trabalhos de conclusão de curso já defendido e sendo produzidos com base na experiência que os autores tiveram no projeto

Objetivamos com a apresentação desses resultados, fazer a sensibilização para que outros projetos semelhantes sejam realizados em todo o Brasil, para que possamos cada um dentro das suas possibilidades dá a sua contribuição e junto contribuirmos para minimizar o lixo eletrônico, os problemas ambientais e de saúde, por ele causados.

Referencias

BRASIL. **Decreto nº 99.658, de 30 de outubro de 1990**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D99658.htm> Acesso em: 20 jan. 2015.

_____. **Decreto nº6.087, de 20 de abril de 2007**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6087.html> Acesso em: 20 jan. 2015.

_____. **LEI nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 20 jan. 2015.

CAMPOS, Luiz Fernando Laguardia; OLIVEIRA, Marcio de Oliveira. **Gestão do resíduo tecnológico gerado pela tecnologia da informação.** Revista Eletrônica Machado Sobrinho, 2011. Disponível em: <http://www.machadosobrinho.com.br/revista_online/publicacao/artigos/Artigo02REMS4.pdf> Acesso em: 18 mar. 2014

CELINSKI, Tatiana Montes; et al. **Robótica Educativa: um proposta para o reuso de lixo eletrônico em uma atividade de extensão universitária.** 4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão CIEPG 2012. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/01340544057.pdf>> Acesso em: 18 de jul 2014

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre do processo de reconstrução de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Educação da Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

DEL GROSSI, Andreliza C. **Destinação dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (reee) em londrina – pr.** II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Londrina/PR, 06 a 09 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/III-014.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2014

FERREIRA, Dérick da Costa; SILVA, Josivan Bezerra da; GALDINO, Jean Carlos da Silva. **Reciclagem do e-lixo (ou lixo eletro-eletrônico).** 2008. Disponível em: <<http://observatoriodere siduos.com.br/wp-content/uploads/2011/03/597.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2014

MENDES, Gloriquele. **Projeto da UFCG recupera equipamentos eletrônicos e doa a comunidades carentes: Biblioteca comunitária do Bairro das Malvinas foi beneficiada com dois computadores.** (Ascom/UFCG). Campina Grande, 14/03/2013. Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=14677> Acesso em: 25 mar. 2014.

MOUSSOI, Fernando Luiz Rosa. **Gerenciamento educacional de eletrônica:** Fundamentos de Eletromagnetismo. Versão 3.2, Florianópolis: Novembro-2005. Disponível em: <<http://intranet.ctism.ufsm.br/gsec/Apostilas/Eletromagnetismo.pdf>> Acessado em: 23 maio 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANT'ANNA, Gerson da Silva. **Reciclagem do lixo eletrônico.** Dissertação de mestrado. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K219276.pdf> Acesso em: 17 mar. 2014

SECRETARIA de Educação. Governo do Pernambuco. **Sucata se transforma em Robô na Escola José Leite Barros.** Assessoria de Comunicação em 20/08/2013. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=18&art=1423>> Acesso em: 27 out. 2014

SELPIS, Adriano Nicolau; CASTILHO, Renata de Oliveira; ARAÚJO, João Alberto Borges de. **Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos.** *Tékhnē e Lógos*, Botucatu, SP, v.3, n.2, Julho. 2012. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/viewFile/121/119>> Acesso em: 18 mar. 2014

SILVA, Arnaldo José Freitas da. *et all.* **E-lixo: o Reaproveitamento de Materiais Computacionais na Cinbesa como Proposta de Responsabilidade Socioambiental em**

Belém. VIII SEGeT - Congresso de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2011. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos11/1331491.pdf> Acesso em: 19 mar. 2014

SO FÍSICA. **Campo magnético.** Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>> Acessado em: 23 maio 2016.

TROMBINI, Fátima; GOMES, Olga Venimar de Oliveira. **Reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – reee – uma visão sobre o trabalho dos artesãos e os impactos sobre a saúde e o meio ambiente.** IV – ConGeA - Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA. 25 a 28/11/2013. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos 2013/ III-042.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2014