



CONFECÇÃO DE KITS DE TREINAMENTO MONTADOS A PARTIR DE EQUIPAMENTOS OBSOLETOS OU DEFEITUOSOS DESCARTADOS

Mércio A. O. de Andrade – mercioandrade@yahoo.com.br

Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco

Rua Benfica, 455

50.750-470 – Recife - Pernambuco

Sérgio Campello Oliveira – scampello@dsc.upe.br

Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco

Rua Benfica, 455

50.750-470 – Recife - Pernambuco

Michele M. da C. Santana Barboza – michelebarboza@hotmail.com

Colégio Apoio

Rua Conselheiro Nabuco, 44, Casa Amarela

52.070-010 – Recife – Pernambuco

Resumo: *Recentemente é crescente a preocupação com o descarte de equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). O lixo digital gerado por tais aparelhos são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. O desafio é encontrar alternativas para promover a produção, uso e posterior descarte de tais equipamentos de forma sustentável, preservando os recursos naturais e a saúde humana. Nesse contexto, propõe-se a confecção de kits eletrônicos de treinamento, montados a partir de componentes removidos de sucatas de equipamentos, que poderão atuar como ferramenta para treinamento de técnicos e engenheiros e trazer benefícios ao meio ambiente, através do reuso de componentes e correto encaminhamento dos materiais recicláveis contidos nos equipamentos descartados.*

Palavras-chave: *Lixo digital, Reuso, Kit de treinamento, Formação de Engenheiros*



1 INTRODUÇÃO

Recentemente é crescente a preocupação com o descarte de equipamentos de informática e telecomunicações, tais como, computadores, impressoras, *no-breaks*, telefones celulares entre outros. O descarte indevido de tais equipamentos prejudicam o meio ambiente além de causar males à saúde humana (Lee, 2004). O desafio atual é promover a produção e o uso dos equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) de forma sustentável, preservando os recursos naturais do planeta e a saúde humana. O reuso aumenta o tempo de vida útil dos equipamentos enquanto que a reciclagem re-encaminha equipamentos de volta à linha de produção e, portanto, têm sido usados como alternativas para a redução de resíduos. No entanto, a reciclagem depende de procedimentos sofisticados e dispendiosos. No reuso, os equipamentos que chegam ao fim de seu tempo de vida útil são doados ou remanufaturados e revendidos sem controle do descarte no final de seu tempo de vida.

Dispositivos, tais como, impressoras, microcomputadores, *no-breaks*, monitores e outros, são constituídos de circuitos integrados, motores, capacitores, transistores, resistores, transformadores, relés, sensores, cabos e outros componentes mecânicos como molas, polias e correias. Quando o equipamento pára de funcionar ou se torna obsoleto, muitos dos componentes que o compõem continuam operacionais e podem ser reutilizados na construção de novos artefatos, evitando que sejam descartados de forma indevida.

Neste artigo é descrita a confecção de um kit de treinamento a partir de sucata. Isso pode trazer benefícios à sociedade e ao meio ambiente, bem como atuar como ferramenta educacional em cursos técnicos e de engenharia, sobretudo nas áreas da engenharias elétrica.

O kit será concebido como um artefato eletroeletrônico que atuará como:

- Ferramenta auxiliar para realização de experimentos práticos facilitando a fixação de conceitos teóricos.
- Forma de aumentar o tempo de vida de componentes elétricos e eletrônicos, evitando seu descarte diretamente na natureza que contamina o meio ambiente.
- Forma de preservar os recursos naturais empregados na fabricação dos componentes reaproveitados.
- Forma de promover empregos, uma vez que poderá se utilizar de mão de obra não especializada nas etapas elementares da montagem, além de poder capacitar essa mão de obra para a indústria de eletro-eletrônicos.

2 TÉCNICAS DE RECICLAGEM CONVENCIONAIS.

Existe um custo ambiental associado à produção, uso e descarte do computador, que se torna cada vez mais relevante à medida que a produção aumenta e o tempo de vida útil se abrevia. O PC traz em sua composição elementos químicos como, arsênico, cádmio e chumbo (Macohin, 2010), que quando depositados diretamente no meio ambiente representam riscos à saúde humana, além de consumir recursos naturais de forma



exacerbada. Para fabricação de um PC são utilizados, 240 Kg de combustíveis fósseis, 1500 Kg de água e 22 Kg de produtos químicos (Macohin, 2010).

Em 2008 o Brasil contava com 60 milhões de PC e, segundo a Fundação Getulio Vargas (FGV) o mercado brasileiro de computadores passará dos atuais 72 milhões para 140 milhões de máquinas em 2014 (Afonso, 2010). No entanto, no Brasil pouco se sabe do que foi feito e que destino foi dado, ao longo dos anos, às sucatas dos computadores e dispositivos periféricos agregados que se tornaram inoperantes, por causa de algum defeito ou simplesmente se tornaram obsoletos.

2.1 Alternativas para o computador obsoleto

Depois de obsoleto, ou fora de uso, o PC ou periférico, poderá seguir um dos quatro caminhos mostrados na Figura 1. A primeira alternativa é o reuso que significa que o computador será vendido ou doado a outro usuário sem muitas modificações. Segunda, o usuário poderá manter o computador obsoleto guardado dentro de casa. Terceira, o computador poderá ser enviado para reciclagem. A quarta e ultima opção é depositá-lo em um aterro sanitário.

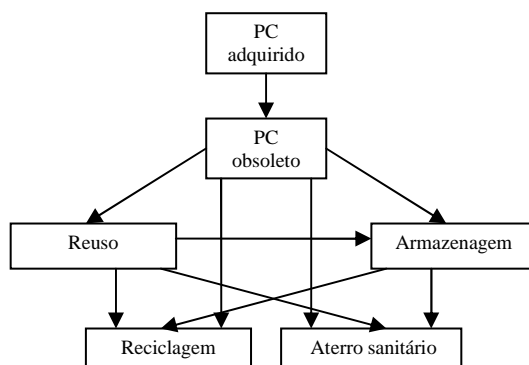


Figura 1. Alternativas para o PC obsoleto (Kuehr & Williams, 2003).

Dentre as alternativas mostradas na Figura 1, as que efetivamente contribuem para a sustentabilidade são reciclagem e reuso. Quando aplicadas de forma correta, tais alternativas são importantes no enfrentamento do problema crescente do lixo digital.

Reciclagem

Na reciclagem o computador é desmontado para obtenção de materiais como, ferro, alumínio, cobre e plástico e para obtenção de componentes eletrônicos inteiros para serem vendidos e reaproveitados (Kuehr & Williams, 2003). Os processos de desmontagem e obtenção dos materiais devem ocorrer de forma a não agredir o meio ambiente.

O computador traz em sua composição metais preciosos, como ouro, prata, paládio, índio e gálio, que tornam a reciclagem economicamente atrativa (Cui & Frossberg, 2003). O uso de material reciclado no lugar de material virgem, além de preservar recursos naturais, promove economia de energia. As etapas básicas da reciclagem são desmontagem, atualização e refino. Na etapa de desmontagem é feita a separação dos materiais tóxicos e de valor comercial. Na etapa de atualização é usado um processo



mecânico para preparação do material contendo a substância desejada para o processo de refino. Na última etapa os materiais entram em um novo ciclo de vida (Cui & Frossberg, 2003).

Reuso

No reuso, o computador retorna ao uso com sua configuração inalterada ou com poucas modificações (Kuehr & Williams, 2003). O reuso de PCs pode acontecer na forma de doações a terceiros, venda para empresas que compram PCs usados para revender e envio para empresas de remanufatura (Rodrigues, 2007). Após reuso, deveria ocorrer o encaminhamento para reciclagem.

Descarte em aterros

A disposição de sucatas de PCs em aterros pode ser danosa. Os aterros podem vazarem causando a infiltração no solo de produtos químicos nocivos à saúde (Chrispin, 2007).

3 KIT DE TREINAMENTO A PARTIR DE SUCATA

Alguns equipamentos de informática, como impressoras matriciais ou PCs antigos, se tornaram tão obsoletos que mesmo os defeitos mais simples podem impossibilitar o seu reuso, pois não são mais possíveis se encontrar peças de reposição ou até mesmo outras peças usadas que tornem o equipamento funcional novamente. Porém, mesmo quando tais equipamentos não podem mais ser reutilizados, a maioria de seus componentes fundamentais, como dispositivos eletrônicos, motores e peças mecânicas, continua funcional.

Uma forma alternativa de aumentar o tempo de reuso é a confecção de outros equipamentos eletrônicos a partir das peças recolhidas de equipamentos de informática fora de uso. Porém, esses novos equipamentos provavelmente terão um tempo de vida útil reduzido, já que todos os seus componentes já estão em uso há um tempo longo. Nesse contexto, a criação de kits de treinamento, a partir da sucata digital, para auxílio na formação de profissionais de tecnologia surge como uma alternativa viável. O próprio projeto do kit, sua construção, sua utilização bem como o seu eventual reparo podem ser usados como ferramentas didáticas de baixíssimo custo, uma vez que a matéria prima é abundante.

Neste artigo descrevemos a concepção e criação de um kit para ser um artefato eletrônico montado com componentes removidos de sucatas de equipamentos de informática. Para a sua concepção foi necessário remover cada componente, estudar sua nomenclatura, função e características. Em seguida o desafio foi montar um artefato que servisse aos propósitos do projeto, como kit de treinamento, e que obedecesse às seguintes premissas:

- Deverá aplicar técnicas simples e de fácil reprodução em sua montagem.
- Ser composto ao máximo de peças obtidas a partir de sucatas.
- Ser adaptável.
- Sua montagem deverá seguir os princípios de não agressão ao meio ambiente.



Para iniciar o experimento escolheu-se, entre os equipamentos coletados, o item de maior quantidade, no caso o *no-break stay 600* fabricado pela Microsol[®], pela facilidade de replicação dos resultados. Com base na primeira amostra, observou-se o tempo necessário para desmontagem e as dificuldades inerentes ao processo.

A segunda amostra escolhida foi a impressora *SC C20UX* fabricada pela Epson[®], que aparentemente apresentava ser apenas montada por encaixe e usando poucos parafusos, o que demandaria menos tempo em seu desmonte. A terceira escolha foi a impressora matricial Epson[®] *Fx870*, pois Sabia-se que o equipamento escolhido possuía motores de passo que encontram muitas aplicações no treinamento de engenheiros.

3.1 Desmontagem dos equipamentos

Na Figuras 2, têm-se as imagens de algumas das amostras desmontadas. O desmonte da impressora *fx 870* durou 65 minutos, mais tempo que as demais amostras, tendo em vista a quantidade de peças mecânicas a serem desmontadas. A desmontagem do *no-break* e da impressora *SC20UX* durou 36 e 48 minutos, respectivamente.

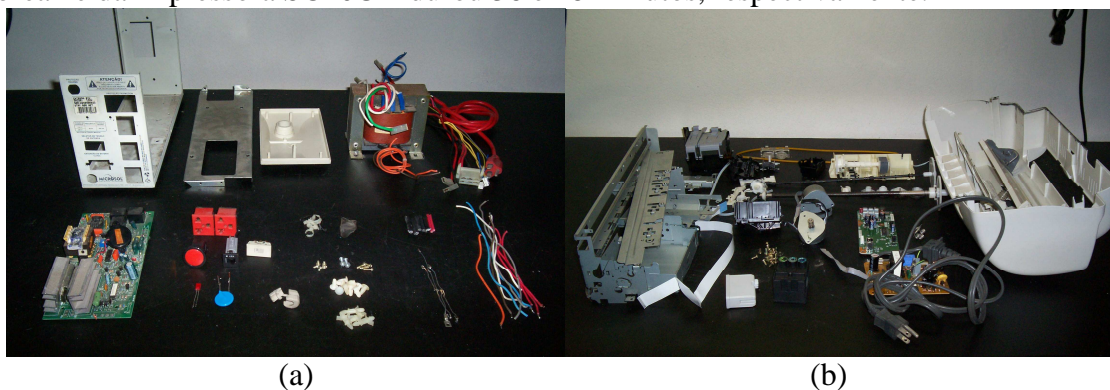


Figura 2. (a) *No-break stay 600* desmontado. (b). Impressora *SC C20UX* desmontada.

3.2 Remoção dos componentes

Após desmontar os equipamentos iniciou-se a remoção dos componentes. Nessa fase removeu-se todos os componentes da placa do *no-break stay 600*. Foram obtidos 63 resistores de diversos valores, 14 capacitores de tamanhos, tipos e valores variados e os semicondutores mostrados na Tabela 1. Além dos componentes diversos contidos na Tabela 2.

Tabela 1. Semicondutores removidos da placa do *no-break*.

Item	Descrição	Aplicação	Qde
C639116	Transistor	Amplificador de sinal	05
BC547B	Ttransistor	Amplificador de sinal	02
IRF 1104	Transistor FET	Chaveamento	02
IRF 630 ^a	Transistor FET	Chaveamento	01
PIC 16c711	Circuito integrado	Microcontrolador	01
TL 780-05c	Circuito integrado	Regulador de 5V	01
KA339	Circuito integrado	Amplificador operacional	01
LM 317T	Circuito Integrado	Regulador de tensão	01



1N4148	Diodo	Retificador de sinal	10
BAV21	Diodo Zener	Regulador de tensão	04
1N4007	Diodo	Retificador de sinal	04
1N4742A	Diodo	Retificador de sinal	02
RL307dc	Diodo	Retificador de sinal	02
1N53A038	Diodo	Retificador de sinal	02
MV57123-17	Diodo LED	Diodo emissor de luz	01

Tabela 2. Componentes diversos removidos da placa do *no-break*.

Item	Descrição	Função	Qde
Circuit breaker	Snap-in circuit breaker	Proteger contra sobre corrente	01
AS S431kd20	Varistor	Proteção contra sobretensão	01
Buzzer	Buzzer piezzo elétrico sem oscilador interno	Movimenta as placas internas quando recebe tensão elétrica	01
ZTA 7.15MT	Ressonador cerâmico	Substitui o cristal oscilador	01
Trimpot	Potenciômetro de 100k	Resistência elétrica variável	02
Relé	Um pólo e duas posições	Acionar dispositivos	03
Chave L/D	Fechar o circuito	Ligar / desligar	01
Chave HH	Chave comutadora HH duas posições dois pólos	Permite lig/desl. dois circuitos independentes	01
Tomada fêmea	Tomada fase neutro e terra	conexão de 220v/110v	03
Dissipador	Dissipador de calor	dissipar de calor do transistor	02
Trafo pequeno	Transformador pequeno	Fonte de alim. do no-break	01
Trafo grande	Transformador grande	Circuito inversor do no-break	01

3.3 Projetando, construindo e testando o kit

Inicialmente foi imaginado um kit de treinamentos simples que usaria a interface paralela do PC para acionar um motor e LEDs. Um software, implementado na linguagem C controlaria os estados lógicos de cada bit da porta paralela. Tal software também poderia ser usado como elemento de treinamento. Na construção do kit, por simplicidade, os componentes foram fixados num protoboard. Foi confeccionado um cabo paralelo para ligação do PC ao protoboard.

Optou-se por usar o motor de passo da impressora *FX870* e seu circuito drive CI STA475A (Kilian, 2000), que é formado por uma array de transistores NPN na configuração darlington. O kit é mostrado na Figura 4.

Durante os testes o kit funcionou perfeitamente. Foi executada uma rotina implementada na linguagem C padrão. O algoritmo fazia o motor mudar de sentido de acordo com teclas pressionadas.

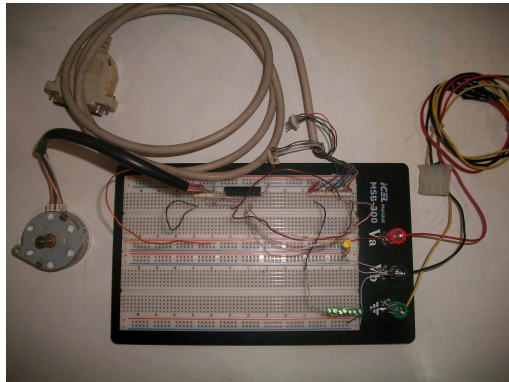


Figura 4. Kit básico Montado.

4 DISCUSSÕES

Durante a confecção do kit a necessidade de espaço adequado para armazenar os equipamentos coletados e os resíduos a serem encaminhados para reciclagem mostrou-se crucial. A grande quantidade de equipamentos, a sua variedade e a presença de substâncias tóxicas, como nas baterias, requer grande quantidade de espaço para o correto armazenamento.

O kit confeccionado permite a conexão com um microcomputador através da sua porta paralela. Ele pode ser utilizado para a simulação de ações de posicionamento de precisão, controle de direção entre outros. O kit tem as possibilidades de uso nas disciplinas de controle de processos, eletrônica analógica e digital entre outras.

Com os componentes coletados em apenas três equipamentos poderiam ser confeccionados: detectores de passagem, sensores de presença, controladores de velocidade de motores, sensores de luminosidade, controladores de luminosidade, interfaces de potência, circuitos digitais diversos entre tantos outros,

Após a desmontagem e remoção de todos os componentes fica mais simples a separação de materiais recicláveis como, ferro, aço, plástico, cobre, e cartuchos de impressão. O devido encaminhamento de tais resíduos para empresas especializadas em reciclagem de materiais poderiam trazer os seguintes benefícios:

- Evitar que os resíduos dos equipamentos de informática sejam descartados diretamente no meio ambiente produzindo efeitos negativos.
- Preservação de recursos naturais através do reaproveitamento dos materiais.
- Geração de receita com a comercialização dos resíduos. A venda dos materiais já separados, para reciclagem, é mais rentável que a venda do equipamento, obsoleto ou quebrado, completo.
- Geração de postos de trabalho, uma vez que seria possível o emprego de mão de obra não especializada para realização das etapas de desmontagem e separação.

Do ponto de vista didático pedagógico Lorenzato (2006) afirma que no decorrer da história, vários educadores, destacaram a importância do apoio visual ou visual tátil como facilitador para a aprendizagem. Relata também que, por volta de 1650, Comenius escreveu que o ensino deveria dar-se do concreto para o abstrato, justificando que o conhecimento começa pelos sentidos e que só se aprende fazendo. Foi a partir do movimento da “escola nova”, com John Dewey (1859 – 1952), que a pedagogia ativa



ganhou força. Educadores como Maria Montessori (1870 – 1952) e Decroly (1871 – 1932), inspirados nos trabalhos de Dewey, Pestalozzi e Froëbel, criaram inúmeros jogos e materiais visando melhorar o ensino de Matemática. Nos anos seguintes, vários materiais didáticos foram desenvolvidos com este objetivo.

Os kits de treinamentos foram pensados para serem recursos didáticos (ou materiais manipuláveis, ou materiais instrucionais) para contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e para uma aprendizagem efetiva, auxiliando os alunos na construção e compreensão dos conceitos.

Ao analisar o significado da utilização dos recursos didáticos no ensino da geometria, Pais (2000) afirma que “Os recursos didáticos envolvem uma diversidade de elementos utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e de aprendizagem. Sua finalidade é servir de interface mediadora para facilitar na relação entre professor, aluno e o conhecimento em um momento preciso da elaboração do saber.” O mesmo contexto citado para a geometria se aplica aqui à engenharia.

Sabe-se que as técnicas agem diretamente sobre o cognitivo, Piaget (1976) deixou claro que o conhecimento se dá pela ação refletida sobre os objetos sendo o material concreto um meio facilitador para compreensão, abstração e fixação de novos conhecimentos e conceitos. Os kits são centrados na ação de alunos junto a outros alunos afinal, o aluno é um sujeito ativo na construção do seu conhecimento; ele aprende a partir de suas experiências e ações, sejam elas individuais ou compartilhadas com o outro.

5 CONCLUSÕES

Como resultado principal, o experimento prova que é possível criar e montar um artefato eletrônico, com fins educacionais, montado com peças removidas de equipamentos de informática descartados.

Essa abordagem aumenta o tempo de vida dos equipamentos e componentes eletrônicos recuperados e empregados na confecção do Kit o que contribui para o decréscimo da quantidade anual de resíduos gerados. Essa abordagem também auxilia na separação de materiais recicláveis obtidos durante a etapa de desmontagem, permitindo o correto encaminhamento dos resíduos obtidos no processo.

Sob a perspectiva educacional, o kit pode contribuir com o aprendizado prático, tanto pelo emprego de conceitos teóricos na prática, como na aquisição de conhecimento dos princípios e características de funcionamento dos diversos componentes elétricos e eletrônicos.

Essa atividade de construção do kit futuramente pode ser empregado em etapas constitutivas do processo de formação dos engenheiros como descrito nas etapas a seguir:

- Inicialmente equipes formadas por alunos dos primeiros períodos das engenharias poderiam se envolver na coleta e desmontagem dos equipamentos.
- Após a desmontagem alunos em um estágio mais avançado no curso de engenharia poderiam remover e classificar os componentes, separando-os adequadamente.
- Após a separação, todos os componentes removidos precisariam ser testados. Para tal, pequenos circuitos precisariam ser montados para a certificação de



funcionamento de cada componente. Essas atividades podem se tornar as aulas práticas de disciplinas de eletrônica analógica e circuitos elétricos.

- Finalmente de posse da lista de componentes os próprios alunos, não necessariamente supervisionados, poderiam projetar kits de treinamentos específicos para uma aplicação ou mais genéricos. Como a disponibilidade de componentes seria variável, cada nova safra de kits poderia ser completamente diferente da outra mantendo sempre necessária a criatividade dos alunos no processo.
- Uma vez montados os kits eles poderiam ser utilizados nas disciplinas mais avançadas do curso como controle de processos, automação industrial, microcontroladores, inteligência artificial e muitas outras.
- Durante todas as etapas, alunos de escolas secundárias públicas e particulares (postos juntos num mesmo ambiente) poderiam ser envolvidos no processo. Isso aumentaria a sua consciência social e ambiental bem como serviria de treinamento em eletrônica para esses alunos. Tal conhecimento seria bastante útil em competições de robótica, bem como na captação de alunos para os cursos de engenharia.
- Outras atividades de extensão poderiam ser associadas a esse processo. Alunos da graduação poderiam utilizar os kits no treinamento de equipes nas escolas secundárias para a participação em competições nacionais entre alunos secundaristas.
- Num segundo momento as equipes treinadas se tornariam multiplicadores nas suas próprias instituições necessitando de uma intervenção menor dos estudantes de graduação o que permitiria a expansão para outras escolas.

É importante observar que a exploração inadequada de um material didático pode resultar em uma experiência educativa frustrante para professores e alunos. Isto ocorre quando o material não propicia a aquisição de um conhecimento específico esperado. Tal acontecimento revela, muitas vezes, despreparo pedagógico, seja ele de planejamento ou de execução, por parte do professor.

A sociedade tem se contentado em analisar superficialmente a mudança dos métodos de produção e de como eles interferem em seu modo de vida. Mas pouco tem sido feito para mudar ou adaptar os estudantes às mudanças necessárias para reverter o processo de simples observação para uma ação efetiva. A construção e utilização desses kits de treinamento dão a possibilidade de unir preservação ambiental com acesso prático à manipulação de uma tecnologia intelectual como também outras possibilidades de escolha profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, Rodrigo. **Até 2014, venda de PCs crescerá tanto quanto nos últimos 30 anos.** Disponível em: <<http://www.computerworld.com.br>> Acessado em 03 maio 2010.

Chrispin Neto, C. J. P. **E-resíduos: A influência da Norma Européia WEEE na Estratégia da Indústria de Celulares no Brasil e no Mundo e o Impacto Ambiental**



do Descarte Inadequado. 105 p., 2007. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Cui, J. e Forsberg, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. Elsevier, **Journal of Hazardous Materials** B99, 2003, p243–263

Kilian, C. T. **Modern Control Technology: Components and Systems.** 2ª Ed, Delmar Thomson Learning, 2000.

Kuehr, R & Williams, E. **Computers and the Environment Understanding and managing their impacts.** Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Lee, Ching-Hwa at al. An overview of recycling and treatment of scrap computers. Elsevier, **Journal of Hazardous Materials** B114, 2004, p. 93–100.

LORENZATO, S. **Laboratório de ensino da matemática e materiais manipuláveis.** In: LORENZATO, S. (org.). O Laboratório de Ensino da Matemática na formação de professores. São Paulo: Autores Associados, 2006.

Macohin, Aline. **A Sustentabilidade Na informática – Reciclagem e Eliminação dos Produtos Tóxicos das Peças de Computadores.** Disponível em: <http://www.fae.edu/pesquisaacademica/seminarios_artigos.asp> Acesso em 16 maio 2010.

PAIS, L. C. **Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da geometria.** Disponível em: <www.anped.org.br/23/textos/19/1919t.pdf>. Acesso em 17 de agosto de 2006.

PIAGET, Jean. A Equilibração das Estruturas Cognitivas. Rio de Janeiro, Zahar, 1976.

Rodrigues, Ângela Cássia. **Impactos sócio Ambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Estudo da Cadeia Pós Consumo no Brasil.** Santa Bárbara D’oeste, 321 p.,2007. Dissertação (Mestrado), 2007 - Universidade Metodista de Piracicaba.

Varin, B. e Roinat, Pierre-Etinne. **The Entrepreneur’s Guide to Computers Recycling Volume 1: Basics for starting up a computer recycling business in emerging markets.** Paris:1ª ed. Tic Ethic Sarl. 2008.

DEVELOPMENT TRAINING KITS MOUNTED USING DISCARDED OBSOLET OR NON-FUNCTIONAL EQUIPMENTS

Abstract: *Nowadays the concern about the discard of the Information and Communication Technology (ICT) equipments. The garbage generated by these digital devices is harmful to human health and to the environment. The challenge is to find alternatives to promote production, use and discard of such equipment in a sustainable way, preserving natural resources and human health. In this context, it is proposed the manufacture of electronic training kits, assembled from components removed from scrap equipment, which may act as a tool for training of technicians and engineers.*

Key-words: *Digital Waste, Reuse, Training Kit, Engineers Formation.*