

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO ELETRÔNICO COMO UMA
AÇÃO DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NO
CENTRO MARISTA DE INCLUSÃO DIGITAL (CMID), SANTA MARIA,
RS, BRASIL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Daniele da Rocha Schneider

Santa Maria, RS, Brasil

2014

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO ELETRÔNICO COMO UMA AÇÃO
DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO
MARISTA DE INCLUSÃO DIGITAL (CMID), SANTA MARIA, RS, BRASIL

por

Daniele da Rocha Schneider

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Educação Ambiental**.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Thais Scotti do Canto Dorow

Santa Maria, RS, Brasil

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Monografia de
Especialização

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO ELETRÔNICO COMO UMA AÇÃO
DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO
MARISTA DE INCLUSÃO DIGITAL (CMID), SANTA MARIA, RS, BRASIL

elaborada por

Daniele da Rocha Schneider

como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em
Educação Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA

Thais Scotti do Canto Dorow, Dr^a
(Orientadora/UFSM)

Jumaida Maria Rosito, Dr^a
(UFSM)

Tais Maria Peixoto Alves, Dr^a
(UFSM)

Santa Maria, 17 de Janeiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sido o grande mestre direcionador de minha caminhada.

A minha família, por todo o apoio, compreensão e incentivos recebidos.

Aos professores, pela dedicação e ensinamentos.

A equipe do CMID, pelo acolhimento e pela contribuição a esta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prédio do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	17
Figura 2 - Reaproveitamento do resíduo eletrônico: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	21
Figura 3 - Contaminação do Meio Ambiente: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	21
Figura 4 - “CMID_CAR” – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	22
Figura 5 - “ROBOTUX” – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	24
Figura 6 - Residencial Robótica Livre – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	25
Figura 7 - Máquinas recondicionadas – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil	26
Figura 8 - Modelos de computadores – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	28
Figura 9 - Objetos criados no Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil, a partir de resíduos eletrônicos.....	29
Figura 10 - Objetos criados pelos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil, na Oficina de Meta Arte.....	30
Figura 11 - Quadro criado pelo monitor das oficinas de arte do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	31
Figura 12 - Quadro criado pelo monitor das oficinas de arte do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.....	31
Figura 13 - Lixeiras e placas informativas construídas no Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.	32
Figura 14 - Lixo eletrônico como problemática Ambiental: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos tóxicos presentes em um computador	15
Tabela 2- Porcentagem de metais pesados presentes num computador e possíveis de serem reciclados.....	16

RESUMO

Monografia de Especialização
Curso de Especialização em Educação Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO ELETRÔNICO COMO UMA AÇÃO DE
PRESERVAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO MARISTA DE
INCLUSÃO DIGITAL (CMID), SANTA MARIA, RS, BRASIL

AUTORA: DANIELE DA ROCHA SCHNEIDER
ORIENTADORA: PROF^a DR^a THAIS SCOTTI DO CANTO DOROW

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 17 de Janeiro de 2014.

O desenvolvimento tecnológico tem aumentado a demanda por produtos cada vez mais sofisticados, ocasionando a substituição desses em ciclos cada vez mais curtos. Isso representa descartes em grandes proporções, gerando o chamado resíduo eletrônico, o qual se constitui num problema ambiental, principalmente quando descartado inadequadamente. Um dos caminhos para evitar a poluição e a contaminação do meio ambiente por esses resíduos é a reutilização. Visando essas alternativas, esta pesquisa teve como objetivo analisar, através de um estudo de caso, as ações de reaproveitamento de resíduo eletrônico realizadas no Centro Marista de Inclusão Digital (CMID), Santa Maria, RS. Os dados foram obtidos através de estudo bibliográfico, entrevistas e questionário. A análise desses dados foi realizada através da estratégia da triangulação de dados. Os resultados da investigação apontaram que é possível transformar um resíduo eletrônico em um bem reaproveitável, aumentando sua vida útil, contribuindo assim com a preservação ambiental. Além disso, destaca-se o CMID como uma possibilidade de local de descarte de resíduo eletrônico e uma referência para futuras multiplicações e replicações de ações e ideias.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo eletrônico. Lixo digital. Reciclagem.

ABSTRACT

Specialization Monograph
Specialization Course in Environmental Education
Federal University of Santa Maria

REUSE OF ELETRONIC WASTE AS AN ACTION OF ENVIRONMENTAL
PRESERVATION: A CASE STUDY AT THE MARIST CENTER OF DIGITAL
INCLUSION (CMID) IN SANTA MARIA (RS – BRAZIL)

AUTHOR: DANIELE DA ROCHA SCHNEIDER
ADVISOR: PROF. THAIS SCOTTI DO CANTO DOROW, Dr.

Date and Place of the Defense: Santa Maria, January, 17, 2014.

Technological development has increased the demand for more and more sophisticated products, leading to electronic replacement in shorter and shorter cycles. This represents a disposal of great proportions, generating so-called electronic waste, which constitutes an environmental issue, especially when disposed inadequately. A way to prevent pollution and contamination of the environment by this waste is the reuse. Considering these alternatives, this research had as objective to analyze, through a case study, the reuse actions of electronic waste carried out at the Marist Center of Digital Inclusion (CMID) in Santa Maria (RS, Brazil). The data was obtained through a bibliographic study, interviews and questionnaires. The analysis of this data was conducted through the data triangulation strategy. The research findings indicated that is possible to transform electronic waste into a reusable good, increasing its useful life, therefore contributing to environmental preservation. Furthermore, it is highlighted that the Marist Center of Digital Inclusion may be considered as a site of electronic waste disposal and a reference for future multiplications and replications of actions and ideas.

KEY-WORDS: Electronic waste. Digital waste. Recycling.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Resíduo Eletrônico	10
2.1.1 Legislação	11
2.1.2 Descarte e reutilização do resíduo eletrônico	13
2.2 Centro Marista de Inclusão Digital	17
3 METODOLOGIA	19
3.1 Local da Pesquisa	19
3.2 Tipo de pesquisa: estudo de caso	19
3.3 Coleta e Registro de dados	19
3.4 Análise dos Dados	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7 REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE	41

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual passa por um momento intenso de avanços tecnológicos. Essas transformações, ao mesmo tempo em que viabilizam o desenvolvimento social, cultural e econômico da sociedade, aumentam a demanda por produtos tecnológicos mais sofisticados, ocasionando a substituição constante desses em ciclos cada vez mais curtos. Isso representa do ponto de vista ambiental, riscos relacionados ao elevado consumo de recursos naturais para a fabricação e para o destino de resíduos eletrônicos.

Os resíduos eletrônicos correspondem a equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos como computadores, monitores, baterias, celulares, rádios, televisores, aparelhos elétricos, lâmpadas eletrônicas entre outros. Esses resíduos possuem em sua composição quantidade significativa de substâncias químicas como mercúrio, chumbo, cádmio que podem contaminar o solo e as águas e provocar doenças graves à população que manuseia esses resíduos de forma inadequada. Da mesma forma geram quantidades de plástico, vidro e metais que não se decompõem facilmente no solo.

Diante dessa problemática torna-se necessário estudos, debates e iniciativas relacionados ao tema “Resíduos Eletrônicos”. É fundamental que a população tenha conhecimento e consciência do que fazer com os resíduos obsoletos ao comprar algo de última geração, considerando os impactos ambientais. Como um problema social, complexo e contemporâneo o tema torna-se um objeto de estudo em potencial.

Um caminho para minimizar a poluição e a contaminação do meio ambiente por esses resíduos é o seu reaproveitamento. Nesse sentido, essa pesquisa tem por objetivo analisar as ações de reaproveitamento de resíduo eletrônico realizadas no Centro Marista de Inclusão Digital (CMID). Além disso, visa servir como um instrumento de divulgação do CMID à sociedade, como possibilidade de local de descarte de resíduo eletrônico. O CMID é um projeto do Centro Social Marista Santa Marta desenvolvido no bairro Nova Santa Marta, em Santa Maria/RS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Resíduo Eletrônico

Resíduo eletrônico, também denominado de lixo eletrônico, lixo digital ou e-lixo, é todo resíduo material proveniente do descarte de quaisquer equipamentos eletroeletrônicos de uso tanto doméstico como industrial e comercial que estejam obsoletos. Para Ferreira e Ferreira (2008), os resíduos eletrônicos são considerados como aqueles aparelhos e materiais que são dados por inúteis ou sem valor, gerados pela atividade humana. Pavarin (2008) destaca que o e-lixo é proveniente de equipamentos eletroeletrônicos que deixaram de ter utilidade como, por exemplo, computadores, televisores, impressoras, telefones celulares, câmeras fotográficas entre outros.

Ainda,

Lixo eletrônico são os resíduos resultantes do descarte de equipamentos como TVs, celulares, computadores, geladeiras, entre muitos outros que passaram a fazer parte de nossa vida como sinônimos de bem-estar. Jogados em lixões, são um sério risco ao meio ambiente, pois contêm metais pesados altamente tóxicos, como chumbo, mercúrio e cádmio. Em contato com o solo, contaminam o lençol freático. Quando queimados, poluem o ar. Também são um grave risco à saúde, pois se acumulam no corpo, podendo causar doenças como o câncer (REVISTA IDEC, Abril 2009, p.26).

O conceito de “resíduos sólidos”, no qual se enquadram os resíduos eletrônicos, sofreu ajustes ao longo dos últimos anos a partir dos princípios de redução, reaproveitamento e reciclagem. Segundo Araújo (2013, p. 30), “grande parte deste material considerado, até pouco tempo, nos dicionários como “sujidade, sujeira, imundície” ou “tudo o que não presta e se joga fora”, passa a ser examinado na sua razão de ser e possibilidade de ser reciclado.”

Nessa mesma perspectiva, Barbosa (2002), destaca que a definição de lixo vem de um sistema fluido de classificação cultural, mais feito pela linguagem e valores que por processos materiais. Nesse sentido, determinado objeto pode ser considerado “lixo” em determinado momento e em outro, através de um processo de reciclagem, ter nova utilidade. Para Naime e Santos (2009), lixo ou resíduo, se torna uma concepção humana, porque em processos naturais não há lixo, apenas produtos inertes.

Considerando o crescente desenvolvimento tecnológico, a vida útil de um objeto é

cada vez mais curta, ocasionando substituições frequentes e conseqüentemente aumento de resíduos. Para Strauch e Albuquerque (2008), á medida que aumenta a relação de oferta-procura, aumenta também a extração de recursos naturais e também as suas sobras, que apresentam características prejudiciais, superam a capacidade de absorção e reposição da natureza.

Rodrigues (2007) destaca como fatores críticos relacionados aos resíduos eletrônicos: a) altos custos para manutenção e conserto dos equipamentos; b) estímulos ao consumo insustentável; c) redução do tempo de vida útil; d) marketing sobre a substituição constante para atender ao ritmo da modernidade. Esses comportamentos imediatistas aliados à substituição constante de equipamentos eletroeletrônicos tem contribuído para o aumento do volume de resíduos eletrônicos. Volume esse que para Affonso (2009) se constitui numa bomba-relógio, cujos efeitos vão recair sobre a sociedade.

Segundo Torres (2008) apud Rocha *et al* (2012, p. 37):

O maior perigo do avanço da tecnologia é seu considerável impacto ambiental. Principalmente a indústria de computadores e seus periféricos eletrônicos que constituem um dos setores industriais que proporcionalmente ao peso dos seus produtos, mais consomem recursos naturais, tanto na forma de matéria-prima, como em termos de água e energia.

Como não são visíveis, de forma imediata, os malefícios que o descarte inadequado do lixo eletrônico pode causar, esse ainda não se constitui numa preocupação por parte da população. Nesse sentido, os desafios da sociedade perpassam pela necessidade de conscientização e políticas públicas que garantam a destinação adequada dos resíduos eletrônicos.

2.1.1 Legislação

As discussões relacionadas às questões ambientais foram intensificadas a partir da Conferência de Estocolmo em 1972 (OLIVEIRA, 2008). Nesse encontro, foram problematizados na ONU, a intensificação dos problemas ambientais e a urgente necessidade de ações para combate e minimização dos mesmos. Como consequência da conferência foi criado, no Brasil, a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) e vários Estados criaram seus órgãos e legislação ambientais específicos, a exemplo da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) no Rio Grande do Sul.

Em 1980, para padronizar as normativas especificadas em cada estado de forma independente e fortalecer o papel da União, o congresso criou a Lei 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente, na qual foram criados o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

Através da Resolução CONAMA 257/1999, foram criados regulamentos relacionados a procedimentos de descarte e reutilização de pilhas e baterias. A resolução estabelece que “pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados” - Data da legislação: 30/06/1999 - Publicação DOU: 22/07/1999.

Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos eletrônicos causam um grave problema ao meio ambiente, pois além de possuir em sua composição metais pesados e substâncias tóxicas, consomem uma grande quantidade tanto de recursos naturais como também água e energia para sua produção.

Em relação ao lixo eletroeletrônico não há uma regulamentação específica, no entanto, o mesmo é amparado pela Lei 12305/2010 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa política apresenta um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Regulamenta os resíduos eletroeletrônicos como resíduos perigosos, implementa a logística reversa e estabelece acordos setoriais.

A Lei define, no seu inciso XVI, resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Da mesma forma resíduos perigosos, Art. 13, alínea “a” do inciso II, como sendo:

Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010).

Um dos pontos relevantes da lei é a chamada logística reversa, que prevê a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida, gerenciamento e descarte dos resíduos sólidos. O seu Art. 33 destaca que “são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes”.

A PNRS se constitui num marco nacional em relação à questão ambiental. Estabelece medidas relacionadas à erradicação dos lixões a céu aberto, incentivo a reciclagem de resíduos, fiscalização de aterros sanitários, criando também instrumentos para identificar a toxicidade de determinados resíduos.

A referida Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que disciplina o sistema de logística reversa, regulamenta a atuação de catadores e reforça a aplicação de incentivos econômicos. No seu Art. 13 a logística reversa é definida como:

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Nesse mesmo sentido, o Art. 35 destaca que a gestão dos resíduos sólidos deve visar a não-geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada.

2.1.2 Descarte e reutilização do resíduo eletrônico

O descarte inadequado de resíduos eletrônicos causa sérios impactos a natureza relacionados ao tempo de decomposição e existência de materiais pesados em sua composição. As substâncias, como por exemplo, mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio presentes nos eletroeletrônicos podem acarretar danos à saúde humana, quando descartados de maneira inadequada.

Esses danos podem ser diretos, a exemplo de catadores que se contaminam com substâncias químicas presentes em produtos descartados incorretamente, ou indiretos, quando jogados no lixo comum, onde há a possibilidade de ocorrer a lixiviação dos metais para a água, solo e conseqüente contaminação das pessoas que ingerem esses produtos. A incineração também não é uma prática aconselhada pois causa emissão de

poluentes. A queima do PVC (polietileno de vinila), por exemplo, libera produtos tóxicos como dioxinas e furanos que podem causar alterações hormonais nos homens e nas mulheres, contaminação do leite materno (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

Os resíduos eletrônicos causam um grave problema ao meio ambiente, pois além de possuir em sua composição metais pesados e substâncias tóxicas, consomem uma grande quantidade tanto de recursos naturais como também água e energia para sua produção. Segundo um estudo realizado por Ruediger Kuehr, na Universidade das Nações Unidas, citado por Rosa (2007), na construção de um computador de mesa com um monitor CRT de 17 polegadas é utilizado 1,8 tonelada de materiais diversos, ou seja, 22 quilos de produtos químicos, 240 quilos de combustíveis fósseis e 1.500 quilos de água. Acrescenta ainda que a produção de um computador, em termos de peso, é muito mais difícil que a fabricação de eletrodomésticos da linha branca ou mesmo de um automóvel. Esses consomem de 1 a 2 vezes o seu próprio peso em combustíveis fósseis, enquanto um computador 10 vezes.

Segundo Rigotti (2011, p.13):

De acordo com dados da ONU (2010), o Brasil é o mercado emergente que gera o maior volume de lixo eletrônico per capita a cada ano. O Brasil abandona 96,8 mil toneladas métricas de PCs por ano. O volume só é inferior ao da China, com 300 mil toneladas. Mas, per capita, o Brasil é o líder. Por ano, cada brasileiro descarta o equivalente a meio quilo desse lixo eletrônico. Na China, com uma população bem maior, a taxa per capita é de 0,23 quilo, contra 0,1 quilo na Índia.

Um computador é constituído por metal ferroso (32%), plástico (23%), metais não ferrosos (chumbo, cádmio, berílio, mercúrio) (18%), vidro (15%) e placas eletrônicas (ouro, platina, prata e paládio) (12%). Muitos desses elementos são tóxicos e causam efeitos diversos no ser humano, conforme destacado na tabela 1.

Tabela 1 - Elementos tóxicos presentes em um computador

Elemento	Onde se localiza	Efeitos tóxicos no ser humano
Chumbo	Tubos de raios catódicos e soldas	Danos neurológicos, renais e sanguíneos
Vanádio	Tubos de raios catódicos	Distúrbios gastrointestinais
Bromo	Retardantes de chama em circuitos impressos, fios e cabos	Desordem hormonal, nervosa e reprodutiva
Antimônio	Alguns tipos de retardantes de chama	Nefrite, problemas cardiovasculares e gastrointestinais
Cádmio	Algumas baterias, soldas e circuitos integrados	Danos aos ossos, rins, dentes e pulmões. Possível agente cancerígeno
Bário	Vidro (tela) de um tubo de raios catódicos	Distúrbios gastrointestinais, convulsões, hipertensão, lesões renais e cardíacas
Mercúrio	Soldas, termostatos e sensores	Danos neurológicos e hepáticos
Berílio	Liga antifricção (cobre-berílio)	Edema e câncer pulmonar

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2010)

Cada substância agrega riscos de formas diferenciadas. A degradação, por exemplo, de uma placa eletrônica pode gerar 22 mg/litro de Cd (cádmio) e 133 mg/litro de Pb (chumbo), enquanto que o homem suporta, respectivamente, 05 mg/litro e 5 mg/litro desses elementos (RIGOTTI, 2011).

Para Ferreira e Anjos (2001), os metais pesados possuem efeito acumulativo e podem provocar diversas doenças a curto, médio e longo prazo à saúde humana e ao meio ambiente. Apresentam a propriedade da bioacumulação (quando animais e plantas podem concentrar esses compostos em níveis milhares de vezes maiores que os presentes no meio ambiente) nos organismos, passando toda cadeia alimentar até chegar ao ser humano. Dessa forma esses podem estar ingerindo quantidades de metais pesados numa quantidade superior aos organismos produtores como as algas e plâncton (CÂNDIDO E SILVA, 2007).

Moreira (2007) destaca que quando um resíduo eletrônico é jogado no lixo comum, que segue para aterro sanitário, os componentes tóxicos contaminam o solo e as águas. No computador, por exemplo, são encontrados materiais tóxicos do quais alguns podem ser reciclados (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de metais pesados presentes num computador e possíveis de serem reciclados.

Metal Pesado	Parte do computador onde é encontrado	Porcentagem no computador	Porcentagem reciclável
Alumínio	Estruturas e conexões	14,1723	80
Bário	Válvulas eletrônicas	0,0315	00
Berílio	Condutivo térmico, conectores	0,0157	00
Cadmio	Bateria, chips. Semicondutores, estabilizadores	0,0094	00
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6,2988	05
Cobalto	Estrutura	0,0157	85
Cobre	Condutivo	6,9287	90
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	0,0063	00
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70
Ferro	Estrutura, encaixes	20,4712	80
Gálio	Semicondutor	0,0013	00
Germânio	Semicondutor	0,0016	60
Índio	Transistor, retificador	0,0016	60
Manganês	Estrutura, encaixes	0,0315	00
Mercúrio	Bateria, ligamentos, termostato, sensores	0,0022	00
Níquel	Estrutura, encaixes	0,8503	80
Ouro	Conexões, condutivo	0,0016	99
Prata	Condutivo	0,0189	98
Sílica	Vidro	24,8803	00
Tântalo	Condensador	0,0157	00
Titânio	Pigmentos	0,0157	00
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	0,0002	00
Zinco	Bateria	2,2046	60

Fonte: RIGOTTI, 2011.

Muitos dos elementos que compõem um computador não são renováveis por isso as ações de reaproveitamento de resíduos eletrônicos evita que haja extração de mais minerais, constituindo-se numa ação de sustentabilidade. Como ação de prevenção o artigo 47 do PNRS proíbe a destinação inadequada de resíduos em corpos hídricos e a céu aberto.

2.2 Centro Marista De Inclusão Digital



Figura 1: Prédio do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.
Fonte: <http://socialmarista.org.br>

O Centro Marista de Inclusão Digital (<http://cmid-sm.org/>), criado em março de 2007, é um projeto do Centro Social Marista Santa Marta. Localiza-se no bairro Nova Santa Marta em Santa Maria, RS, Brasil. Tem como objetivo garantir a Inclusão Social por meio de formação humana e técnica de adolescentes, jovens e idosos, sobretudo em situação de vulnerabilidade, inseridos na comunidade Nova Santa Marta.

Através de seus cursos, oficinas e Telecentro, promove o desenvolvimento da cidadania. Sua ideologia está estruturada na livre utilização e modificação da tecnologia como forma de promover o desenvolvimento da sociedade em constante troca de conhecimentos e colaboração em comunidade. As atividades que tiveram início em 2007 com a implantação de um telecentro e a oferta de algumas oficinas se expandiram e hoje oferece vários cursos, atendendo alunos da escola e comunidade nos três turnos. Em paralelo ao desenvolvimento dos cursos e preocupados com o correto descarte do resíduo eletrônico, o CMID recebe resíduos eletrônicos doados por diferentes setores sociais, reaproveitando-os nos cursos implementados.

O CMID representa transformação social, possibilitando interação entre a comunidade e desenvolvimento de responsabilidades quanto a cidadania e preservação ambiental. Os cursos (Montagem e Manutenção de Computadores, Informática Básica, Informática Avançada, Robótica Básica, Robótica Avançada e Meta Arte) são desenvolvidas visando à construção do conhecimento, no qual o aluno deve aprender a conhecer, a fazer e a interagir em grupo. Para o sucesso desse processo ocorre (re)planejamentos, avaliações e visitas domiciliares.

Em consonância com o Projeto Pedagógico da Instituição, os cursos visam a

formação integral do aluno considerando que o mesmo possui criatividade e potencial para aprender e desenvolver novas habilidades. Procura resgatar a realidade do aluno rompendo com práticas escolares embasadas em uma concepção de conhecimento fragmentado.

O Projeto Pedagógico da Rede Marista (DESAULNIERS, 2011) destaca que as práticas educativas devem visar “à proteção de crianças, adolescentes e suas famílias, com o objetivo de instaurar a formação integral ao disponibilizar atendimento baseado em uma variedade de iniciativas” (p.23). Nesse sentido as atividades são desenvolvidas visando à formação integral do aluno, trabalhando tanto conhecimentos específicos como formação humana e esporte.

Para implementar essas práticas, atualmente o CMID conta com uma equipe de 10 colaboradores permanentes que integram a coordenação geral, pedagógica, secretaria, Assistência Social e educadores. Há também contratações anuais de bolsistas, que auxiliam no desenvolvimento das atividades.

3 METODOLOGIA

3.1 Local da pesquisa

Centro Marista de Inclusão Digital (CMID), localizado no bairro Nova Santa Marta em Santa Maria, RS, Brasil.

3.2 Tipo de pesquisa: estudo de caso

Tendo em vista a delimitação do tema, a tipologia de pesquisa utilizada foi estudo de caso, na qual se analisou as ações de reaproveitamento do resíduo eletrônico no CMID. Os procedimentos metodológicos concernentes ao estudo de caso permitiram a análise contextual detalhada sobre as nuances e contornos em relação ao tema resíduo eletrônico e as formas de reaproveitamento para a preservação ambiental.

3.3 Coleta e Registro de dados

A coleta de dados foi realizada observando os princípios predominantes do estudo de caso: a) revisão bibliográfica na qual as fontes convergiram de documentos oficiais do CMID e políticas públicas relacionadas as questões ambientais; b) questionário (Apêndice A - Questionário sobre Lixo Eletrônico) foi elaborado com itens de múltipla escolha e de resposta aberta, contemplando os pressupostos do estudo; c) entrevistas semi-estruturadas (Apêndice B - Questionário sobre o CMID) que permitiram identificar as concepções dos entrevistados sobre a temática estudada.

O questionário foi aplicado pessoalmente pela investigadora, em duas visitas distintas ao CMID, sendo respondido por 21 alunos com idade média entre 13 e 17 anos. Ao elaborar o questionário teve-se o cuidado de formular perguntas que auxiliassem na resolução dos objetivos da pesquisa e tivessem coerência com o todo do estudo de caso. Da mesma forma, considerando as questões éticas, antes de aplicá-lo, tomou-se o cuidado de explicar o seu objetivos e sua finalidade, deixando transparente as intenções do estudo e a confidencialidade das informações.

3.4 Análises dos Dados

As informações provenientes dos instrumentos de coleta de dados foram analisados a partir da triangulação dos dados com foco na temática e objetivos. A análise por triangulação (GOLDWASSER, 2004) proporcionou um movimento analítico-avaliativo embasado em evidências (situações-limites e situações-inovadoras) em torno do reaproveitamento dos resíduos eletrônicos como possibilidade de preservação ambiental.

Assim, durante a organização dos dados foram realizadas escolhas de informações, realização de comparações das evidências observadas durante as entrevistas e aplicação dos questionários com os pressupostos teóricos relacionados aos resíduos eletrônicos. A análise por triangulação baseada em diferentes fontes de dados (referencial teórico, entrevista e questionário), procedimentos, coerentes na tipologia do estudo de caso, permitiu elaborar conclusões com credibilidade e potencial de legitimação na comunidade acadêmica-científica (GOLDWASSER, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compilação dos dados permitiu analisar e interpretar as ações de reaproveitamento de resíduos eletrônicos no CMID. A primeira questão do questionário versava sobre a possibilidade de reaproveitar o lixo eletrônico. A totalidade dos alunos respondeu que sim (Figura 2). Isso demonstra que eles têm consciência de que o resíduo eletrônico pode ser reaproveitado e também que tais resíduos contaminam o meio ambiente (Figura 3).



Figura 2 – Reaproveitamento do resíduo eletrônico: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.

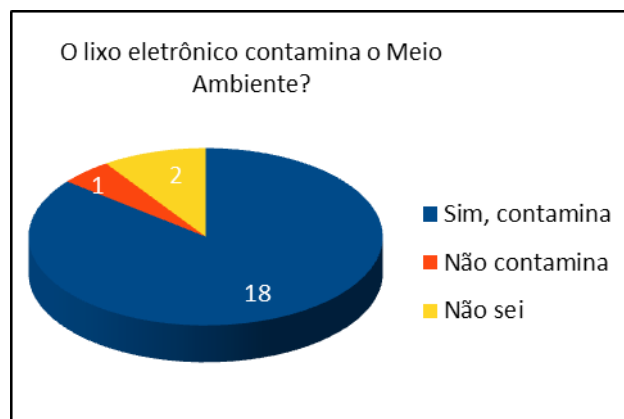


Figura 3 – Contaminação do Meio Ambiente: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.

O respeito ao ambiente é despertado e estimulado nos cursos implementados no CMID por meio das diversas ações de reaproveitamento do resíduo eletrônico destacadas a seguir de forma específica em cada curso. As informações sobre cada curso foram obtidas através de entrevista com o professor do curso de Robótica Básica.

Curso de Robótica Básica

O curso de Robótica Básica explora conceitos de engenharia elétrica, eletrônica, mecânica e informática. Os objetivos são: a) desenvolver o raciocínio por meio de situações-limite; b) demonstrar os princípios da ciência e tecnologia através de testes, exercícios e experimentos práticos; c) contribuir na resolução dos problemas econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais.

As aulas práticas são realizadas a partir dos conhecimentos adquiridos em eletrônica, solda e softwares diversos. No decorrer das aulas, os alunos confeccionam pequenos circuitos elétricos utilizando papelão como base para a placa. Após essa etapa, os alunos são desafiados a construir pequenos projetos de acordo com as habilidades e criatividade individuais.

Nesses projetos são reaproveitados resíduos como caixas de som, coolers, motores de impressora, rodas de impressoras, fios, drives de CD, HD entre outros. De acordo com o professor, “os estudantes são desafiados a pesquisar por esquemáticos, testá-los em *protboard* e em seguida confeccionar circuitos com funções que possam ser relacionados à construção de um protótipo”. Como exemplo de projeto, destacou o CMID_CAR (Figura 4).



Figura 4 - “CMID_CAR” – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil.
Fonte: Arquivo CMID

Na construção do CMID_CAR foram reaproveitados diferentes resíduos eletrônicos como gabinetes de computador, laterais de gabinetes, motor de máquina de xerox, motor do limpador de para brisa de carro, madeiras de caça níquel, diferencial de carro, buzina de carro, lâmpadas de caça níquel, fios, rodas de bicicleta, notebook antigo.

O CMID_CAR se tornou atração entre os alunos da escola, servindo como recurso educacional para as aulas de educação no trânsito. Ao instigar-se a curiosidade, a assimilação dos conceitos teóricos foi facilitada. Como a aprendizagem é um processo sempre em construção, a criação de condições de integração da tecnologia com a prática pedagógica por meio do resíduo eletrônico possibilitou o desenvolvimento do conhecimento. Inicialmente, a ação dos alunos diante do CMID_CAR foi de desconforto e desequilíbrio, o que é provocado pelo desconhecido. Fato esse que para Piaget (1976) desencadeia a construção do conhecimento.

Conforme Filatro (2004, p.45):

Educar em uma sociedade da informação significa muito mais que treinar as pessoas para o uso das tecnologias de informação e comunicação: trata-se de investir na criação de competências suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões fundamentadas no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em uso simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica.

Outro projeto criado com resíduos eletrônicos foi o “ROBOTUX” (Figura 5). Nessa construção os alunos reutilizaram motor de limpador de para-brisa, carcaça de aspirador de pó, placa mãe, fonte, HD, motor de impressora, isopor de capacete, falante de caixa de som, webcam, placa wireless. Além de ter sido construído a partir do resíduo eletrônico serviu como ferramenta de interação com os alunos, pois o “ROBOTUX”, ao receber comandos por um computador externo, andava e mexia a cabeça.



Figura 5 – “ROBOTUX” – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo CMID

Na cabeça do “ROBOTUX” foi adaptado um falante que possibilitou que toda digitação realizada no terminal de um computador fosse reproduzido pelo Robô. Segundo o professor, “além de ser criado com materiais alternativos, extraídos dos resíduos descartados no CMID, serviu como atrativo em diversos eventos nacionais e internacionais para o público, uma vez que o formato se constituía num pinguim que é o mascote do Linux.

Sendo um projeto diferencial, atraia muitos curiosos e interessados que contribuíram para aperfeiçoar as suas habilidades. Entre essas, o robô pode ser comandado por qualquer usuário que tenha acesso à rede mundial de computadores e ao IP do Robô.

A robótica destaca-se pela forma diferenciada e inovadora que seus projetos são construídos. Representa novos caminhos para a construção do conhecimento, de forma natural e espontânea, demonstrando que não é necessário padrões super especializados, podendo desenvolver a criatividade e inovação a partir do lixo eletrônico. Baseado nesta liberdade o curso torna-se um atrativo em que o conhecimento traz consigo um caráter lúdico.

A matéria prima da robótica, extraída basicamente de sucatas e do lixo eletrônico, tem como base a cultura livre. O software livre e hardware livre possibilitam a construção do conhecimento, através da educação sócio digital, construindo protótipos de artefatos tecnológicos (robôs, elevadores, braços mecânicos, placas com sensores) usando

microcontroladoras, Arduino com programação baseado em C e softwares em programação básica. Conforme Albuquerque (2007), “enquanto brinca a criança age e, enquanto age, compreende o mundo a partir de sua ação. Ou seja, através do brincar, que é uma ação, entra-se no espaço da experiência simbólica” (p.02).

Robótica Avançada

O curso de Robótica Avançada trabalha a aplicação dos conhecimentos teóricos na construção de artefatos robóticos. Da mesma forma o desenvolvimento do raciocínio lógico por meio de Linguagens de Programação e a compreensão dos dispositivos robóticos programáveis.

No curso é estudada a programação C, o arduino é aperfeiçoado e circuitos são construídos a partir de diferentes esquemáticos. Para a construção de projetos também são reutilizados resíduos eletrônicos, a exemplo do seguidor de linha Minibord. No desenvolvimento desse seguidor, foram reutilizados HD de notebook, fios, sensores da sudeira de caça níqueis e tampas de pet.

O grupo de alunos do curso de robótica avançada auxilia no desenvolvimento de projetos e oficinas realizadas na robótica básica, a exemplo do Residencial Robótica Livre (Figura 6). O aluno que cursou robótica básica, no ano seguinte quando está na robótica avançada é convidado a ministrar oficinas de alguns softwares de programação.



Figura 6 - Residencial Robótica Livre – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo CMID

Na construção do residencial foram reutilizados madeiras de caça-níqueis, motores e cabos de impressora, acrílicos, mecanismo de impressora matricial, fonte de PC, botões de caça-níquel entre outros. A arte do “homenzinho” sobre o residencial foi feito pelo educador da meta-arte e tem como finalidade simular o aproveitamento de energia eólica. O movimento repetitivo geraria a energia necessária ao residencial, representada pelo acendimento de leds nos apartamentos (no projeto os leds acendiam através da energia do motor).

Montagem e Manutenção de Computadores

O curso desenvolve noções básicas para montagem e manutenção de computadores. Procura instigar o aluno a desenvolver computadores diferentes usando a criatividade, assim como o desenvolvimento do raciocínio lógico e práticas ambientais.

No decorrer do curso os alunos adquirem conhecimentos relacionados a montagem e manutenção de computadores, os quais são aplicados no acondicionamento de computadores obsoletos que posteriormente são personalizados (Figura 7) pela equipe da Meta Arte e doados para instituições sociais, como creches, escolas e órgãos públicos.



Figura 7 - Máquinas recondicionadas – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: <http://cmidsm.wordpress.com/page/6>

Destaca-se a inclusão digital no momento do acondicionamento e posteriormente na utilização do equipamento doado. Inclusão essa viabilizada pelo reaproveitamento de resíduos eletrônicos como gabinetes, fontes, placa mãe, memórias, HD, drive de CD, teclado, mouse, monitor e cabos.

Se considerarmos que em um computador é composto por plástico, vidro, metais não ferrosos (chumbo, cádmio, berílio, mercúrio), metais ferrosos e placas eletrônicas que contém ouro, platina, prata e cádmio, essa ação de acondicionamento está contribuindo para preservação do meio ambiente e ao mesmo tempo ajudando pessoas e instituições. Ao reutilizar equipamentos aumenta-se a vida útil do mesmo, economizando energia se comparado a que seria utilizada para transformar os compostos citados em um computador.

Nesse sentido, Artoni (2005, p. 64) destaca que “os celulares e computadores não precisam morrer quando surge um modelo mais novo. A solução mais responsável para quem troca de aparelho é reaproveitar. Isso pode ser feito em partes (upgrade) ou por inteiro (venda ou doações de máquinas completas).

Mesmo produtos sem recuperação contêm partes boas que podem ser usadas na montagem de outro equipamento. Projetos assistenciais também costumam receber micros antigos, que funcionam bem com programas leves. Essa opção, além de evitar a perda de componentes tóxicos, possui uma vantagem social: a inclusão digital.” Nesse mesmo sentido, Pinto (2009), destaca que a doação é um caminho bastante eficaz e politicamente correto, recebendo o nome de responsabilidade social.

Através do curso o aluno é desafiado a repensar os conceitos tecnológicos padronizados, na construção de computadores em diferentes modelos e formatos (Figura 8). Por exemplo, uma maleta transformada em malebook, PCBREIK (PC dentro de um nobreik reaproveitado do resíduo eletrônico), monitor PC (construído dentro de um monitor de tubo, Micro-ondas PC (PC construído dentro de um micro-ondas descartado e PCLP, no qual foi utilizado o mecanismo de um tocador de LP e também vidros de scanner. Para construção destes modelos foram reaproveitadas placas, fontes, mouses, teclados, HD e monitores.



Figura 8 - Modelos de computadores – projeto dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo CMID

As peças de um micro-ondas (teclado, cabo de energia, placas internas e display) são compostas dos mesmos elementos dos computadores. Assim, seu reaproveitamento beneficia o meio ambiente e a saúde das pessoas.

Essa maneira de reaproveitar os resíduos que estariam prejudicando o meio ambiente, se descartados de forma incorreta, desperta a criatividade dos alunos. O caso do computador construído dentro de um micro-ondas foi citado por um aluno quando questionado se já havia transformado lixo eletrônico em algo que foi reaproveitado depois (Questão 2 do questionário). Seguem respostas dos alunos.

“Sim consegui fazer obras de arte, jogos, carros, robôs.”

“Reaproveitei na confecção de máquinas e projetos de robótica.”

“ Sim, projetos usando o lixo eletrônico.”

“ Sim, porque o lixo eletrônico da para reaproveitar até como meta arte.”

“Não me lembro.”

“Sim, em computadores e máquinas que umas pessoas dizem não ter mais recursos.”

“ Sim, um computador dentro de um micro-ondas.”

“Ainda não.”

“ Sim, com trabalho que fiz.”

“Sim, fiz um robô que foi aproveitado.”

“Sim, eu peguei partes de Pcs que não tinham utilidade e fiz um robô com Pcs e motor de impressora.”

“Nas aulas de meta arte e robótica.”

“Sim, eu fiz tipo um caixinha que agora virou a minha lixeira.”

“ Sim, eu transformei em uma caixa para colocar canetas, lápis.”

“Ainda não pois estamos no curso de informática básica ainda.”

Algumas possibilidades de objetos criados a partir de resíduos eletrônicos, citados nos depoimentos acima, estão representadas na figura 9.



Figura 9 - Objetos criados no Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil, a partir de resíduos eletrônicos. Fonte: Arquivo CMID

Meta Arte

A oficina de Meta Arte acontece semanalmente, integrada aos cursos de informática, robótica e metareciclagem. Nessas oficinas ocorre a conscientização ambiental por meio da reutilização do resíduo eletrônico para construção de objetos variados, como quadros, peças de uso doméstico e de escritório. Segundo o responsável pela oficina, busca-se “conscientizar o pessoal que pode ser feita alguma arte envolvendo a criatividade” e acrescentou “trabalho com o que gosto, o que vem na cabeça começo a criar”.

Essa imaginação e criatividade são incentivadas nos alunos, conforme podemos visualizar nas respostas dadas ao questionamento sobre a relação entre transformação do resíduo eletrônico e preservação ambiental. Quando questionados: Você, em suas aulas, transforma o lixo eletrônico em algo reaproveitável? Se sim, está ajudando na preservação do meio ambiente? Como?

As respostas foram bem diversificadas, conforme destacado (grifo da autora).

*“Pegando os lixos eletrônicos em **projeto.**”*

*“Utilizando os materiais que poderiam ser descartados para lixões e locais de arrecadação de lixo. Tem **certos materiais eletrônicos que são tóxicos.**”*

*“Penso que ajudo o meio ambiente **retirando o lixo** ou recebendo doações do mesmo e dando um novo destino para esses materiais.”*

*“Sim, ajuda na preservação do meio ambiente, tirando **componentes que prejudica a saúde humana.**”*

*“Sim, reaproveitando o lixo eletrônico e fazendo projetos interessantes com o lixo que pode **poluir o meio ambiente.**”*

*“Sim por que estou **ajudando a natureza, reaproveitando o lixo eletrônico.**”*

*“Sim, **tirando lixos eletrônicos** que estariam poluindo e acumulando nos lixões.”*

*“Sim, **reaproveitando o lixo eletrônico.**”*

“Fazendo quadros.”

*“Porque o **lixo eletrônico é muito prejudicial ao meio ambiente** e até para as pessoas.”*

*“Estou ajudando que muitos lixos eletrônicos não fiquem nas ruas poluindo rios e lagos, estou sempre **criando várias coisas com esses lixos eletrônicos.**”*

“Sim estou limpando o meio ambiente.”

*“Sim, na **aula de meta arte nós fazemos alguns quadros com a nossa imaginação e reaproveitamos algumas partes que não estão sendo usados.**”*

“Sim, porque essas peças poderiam estar jogadas em terreno baldio.”

*“Sim porque o **lixo eletrônico pode ser reaproveitado** em algumas coisas como brinquedos.”*

“Eu não transformo nada ainda mas tenho certeza que ajuda muito o nosso meio ambiente.”

“Reutilizando lixos e reaproveitando materiais que podem ser usados em trabalhos de arte reciclado e recondicionamos eletrônicos”.

“Usando lixo eletrônico em projetos.”

A Figura 10 ilustra alguns objetos criados a partir do resíduo eletrônico nas oficinas de Meta Arte.



Figura 10 - Objetos criados pelos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil, na Oficina de Meta Arte. Fonte: Arquivo CMID

Além desses objetos são criados quadros decorativos. Para o quadro mostrado na figura 11, foram reutilizados resíduos como papelão, CD, cooler, fio de fonte, led, chaves

de caça níquel, pilhas de placa mãe. A base do quadro é a própria lateral de CPU. Na figura 12 foram reutilizados imãs de HD, carbono de disquete e pente de memória.



Figura 11 - Quadro criado pelo monitor das oficinas de arte do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo pessoal

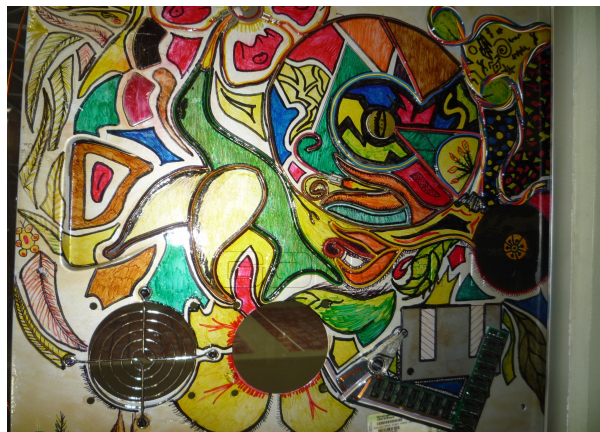


Figura 12 - Quadro criado pelo monitor das oficinas de arte do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo pessoal

Outra ação de reaproveitamento de resíduo eletrônico foi à construção de lixeiras a partir de gabinetes de computador e placas informativas com laterais de gabinete. Esses objetos (Figura 13) foram utilizados na revitalização de uma praça local, projeto desenvolvido pelas séries iniciais da Escola Marista Santa Marta.



Figura 13 - Lixeiras e placas informativas construídas no Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil. Fonte: Arquivo CMID

O CMID em parceria com os alunos da Escola implementaram ações importantes de sustentabilidade ambiental, as quais são reconhecidas pelos alunos. Quando questionados: O trabalho realizado pelo CMID é importante para o meio ambiente? () sim () não Por que? As respostas foram positivas e os alunos souberam reconhecer o valor da reutilização de resíduos eletrônicos, conforme as respostas que seguem.

“Por que ajuda o meio ambiente.”

“Pelo motivo de transformar o destino do lixo eletrônico.”

“Realiza transformação do lixo em projetos educacionais.”

“Por que ajuda a não poluir o meio ambiente.”

“Por que o lixo jogado no meio ambiente pode ser reaproveitado através de várias formas.”

“Ele está reaproveitando o lixo eletrônico que poderia estar sendo derretido e criando armas.”

“Por que em algumas máquinas eletrônicas tem alguma coisa tóxica para o meio ambiente.”

“Por que nós reaproveitamos o lixo eletrônico.”

“Por que o lixo eletrônico é muito prejudicial ao meio ambiente e até para as pessoas.”

“É importante senão fica muitos lixos espalhados pela cidade.”

“Por que está limpando o meio ambiente.”

“Ele não deixa o lixo eletrônico atirados, eles reaproveitam.”

“Eles reaproveitam peças velhas de computadores que contaminam o meio ambiente.”

“Por que retira das lixeiras e ruas o que iria demorar séculos para se decompor.”

Entre as respostas destaca-se **“Por que nós reaproveitamos o lixo eletrônico.”**

O aluno sente-se coautor do processo e isso se torna uma conquista importante diante da

problemática ambiental. O reaproveitamento do resíduo eletrônico como ferramenta de sensibilização, desperta no aluno o papel de consumidor e a consciência de que pode sofrer diretamente as consequências se descartar o produto de forma incorreta. O aluno se torna um agente decisivo e um multiplicador de ações e mudanças de atitudes relacionadas à preservação ambiental, pois as mudanças de comportamento segundo Dias (2003),

[...] devem começar dentro de cada um de nós. Após uma revisão de nossos hábitos, tendências e necessidades. Podemos de certa forma, através da adoção de novos comportamentos, dar a nossa contribuição para a diminuição da degradação ambiental e para a defesa e promoção da qualidade de vida. (DIAS, 2003, p.328).

A maioria dos alunos que respondeu o questionário tem essa compreensão em relação à gravidade do descarte inadequado dos resíduos eletrônicos. Visualiza-se essa compreensão nas respostas ao questionamento: O lixo eletrônico é uma problemática ambiental grave, média ou sem importância (Figura 14).

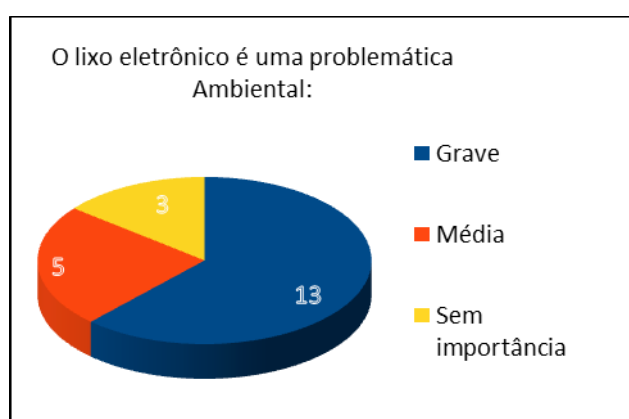


Figura 14 - Lixo eletrônico como problemática Ambiental: resposta dos alunos do Centro Marista de Inclusão Digital, Santa Maria, RS, Brasil

Observa-se que 62% (13 alunos) apontaram o resíduo eletrônico como sendo uma problemática grave. Já 24% (5 alunos) acreditam ser de importância média e 14% (3 alunos), sem importância. Isso demonstra a necessidade de avançar na compreensão da composição do resíduo eletrônico e suas consequências ao ser humano e meio ambiente, quando descartados de forma incorreta.

As ações implementadas no CMID, segundo o coordenador, são conhecidas. O trabalho é divulgado através do site da escola, mídias sociais (facebook, blog, twitter) e participação em eventos. Nesses os participantes destacam os benefícios do trabalho

realizado no CMID com os alunos em relação aos riscos sociais, formação humana, reaproveitamento dos resíduos eletrônicos. É um “trabalho de prevenção, reflexão de que o lixo deve ter um destino correto”.

Os trabalhos do CMID são apresentados e divulgados em eventos como o FISL (Fórum Internacional do Software Livre), Latinoware (Conferência Latino-Americana de Software Livre), Campus Party (Evento de inovação tecnológica, Internet e entretenimento eletrônico em rede do mundo), OID (Oficinas Para inclusão Digital), SENID (Seminário Nacional de Inclusão Digital), FEISMA (Multifeira de Santa Maria), FEICOOP (Feira do Cooperativismo e da Economia Solidária), Desafio de Robôs da Rede Marista entre outros eventos locais e amostras internas.

Quando questionado sobre o CMID ter um controle quantitativo dos resíduos recebidos (Apêndice B), o coordenador destacou que fica complicado esse controle devido à demanda. A quantidade recebida é considerável, principalmente no retorno das atividades no início do ano e no mês de julho.

Como a demanda de resíduos recebidos é muito grande, uma parte é encaminhada para empresa JG Gerenciador de Resíduos Ltda de Porto Alegre-RS, a qual destina para o exterior. Tanto a empresa que transporta quanto a que recebe possuem alvarás da Secretaria do Meio Ambiente relacionado a operação, espaço, triagem, armazenamento e alvará da Feplan para transporte. Da mesma forma o CMID possui o termo de disponibilização do material.

O CMID ao reaproveitar determinada quantidade de resíduo para implementação de seus projetos, promove o reuso, aumenta o tempo de vida útil e reduz a quantidade de resíduos. Ao mesmo tempo em que desenvolve a inclusão digital contribui com a preservação ambiental.

CONCLUSÃO

O Centro Marista de Inclusão Digital recebe, armazena, reaproveita e destina de forma correta os resíduos eletrônicos descartados pela comunidade. Ao reutilizar gabinetes de computador, HD, fonte, motor de impressora, placa mãe, placa wireless, motor de máquina de xerox, limpador de para-brisa de carro, notebook antigo, CD, webcam entre outros resíduos, nos cursos de Montagem e Manutenção de Computadores, Informática Básica, Informática Avançada, Robótica Básica, Robótica Avançada e Meta Arte, possibilita a transformação em um bem ainda aproveitável, prolongando a vida útil dos mesmos. Da mesma forma reduz a extração de matéria-prima da natureza e a destinação de resíduos eletrônicos para locais impróprios como os aterros sanitários.

Essas ações de reaproveitamento são essenciais para a preservação ambiental, evitando impactos ambientais relacionados ao tempo de decomposição e contaminação da natureza e do homem. Da mesma forma, desenvolve nos alunos a imaginação, a criatividade e conscientização ambiental através da inclusão digital. Portanto, destaca-se o CMID como uma possibilidade de local de descarte de resíduo eletrônico na região e uma referência para futuras multiplicações e replicações de ações e ideias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso sobre o CMID possibilitou analisar as ações de reaproveitamento de resíduo eletrônico. Considerando que o resíduo eletrônico se constitui numa problemática ambiental crescente e seus impactos ambientais são de grande abrangência, o recebimento e reaproveitamento de resíduos no CMID beneficiam o meio ambiente evitando a poluição e contaminação do solo, da água e do ar.

De forma estruturada o CMID recebe os equipamentos eletroeletrônicos, transformando-os, de resíduos para um bem ainda aproveitável, evidenciando assim aspectos positivos em relação à contribuição do CMID para a problemática do descarte correto dos resíduos eletrônicos. Como os resíduos possuem em sua composição metais pesados e substâncias tóxicas que agregam riscos diferenciados a natureza e ao homem quando descartados de forma incorreta, a reutilização dos mesmos evita e/ou retarda esses efeitos.

As diferentes ações de reutilização dos resíduos eletrônicos para prolongamento da vida útil dos mesmos serviram de aprendizado a inclusão sociodigital e a educação ambiental no CMID. A livre utilização e modificação da tecnologia como forma de promover a desenvolvimento social e ambiental possibilitado pelos cursos do CMID, ampliam o leque de conhecimentos tecnológicos, através de estudos, pesquisas e práticas, contribuindo para a inclusão digital e sustentabilidade ambiental.

Os alunos, ao serem desafiados a criarem projetos a partir dos resíduos eletrônicos, desenvolvem sua criatividade e imaginação. Sensibilização essa que desperta a consciência em relação ao correto descarte e reutilização dos resíduos. Da mesma forma o aluno é incentivado a ser um multiplicador de ações sustentáveis, um coautor do processo.

Os projetos desenvolvidos no CMID são utilizados como recursos didáticos em sala de aula, a exemplo do CMID_CAR que foi utilizado nas aulas de Educação no Trânsito, facilitando a assimilação dos conceitos teóricos e o desenvolvimento do conhecimento. Os projetos também são divulgados e apresentados em eventos locais, regionais e nacionais, destacando a inclusão digital como caminho para ações de preservação ambiental.

O CMID se constitui numa possibilidade local e regional de descarte de

eletroeletrônicos obsoletos que, se jogados no meio ambiente de forma incorreta, contaminam e poluem o meio ambiente. Da mesma forma as ações de condicionamento e doação de computadores, a partir dos resíduos eletrônicos recebidos, beneficia instituições sociais como creches, escolas e órgãos públicos.

As diferentes ações de reaproveitamento implementadas no CMID beneficiam à comunidade, assim como o desenvolvimento sustentável do planeta. Portanto, destine seus resíduos eletrônicos ao CMID e contribua para a inclusão digital e preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, J. **Semana de Inclusão Digital discute 50 milhões do lixo eletrônico**. Telebrasil (online), 2009. Disponível em: <http://www.telebrasil.org.br/artigos/outros_artigos.asp?m=725>. Acesso em: 19 nov 2011.
- ALBUQUERQUE, A. P. et al, **Robótica Pedagógica Livre: instrumento de criação, reflexão e inclusão sócio-digital**, XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Mackenzie, 2007.
- ARAÚJO, F. S. et al. **A Durabilidade Subjetiva dos produtos como auxílio às estratégias de sustentabilidade: Uma aplicação no sistema Produto-Serviço**. In: 8º Congresso brasileiro de gestão de desenvolvimento de produto – CBGDP 2011, Porto Alegre. p.5. < Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9997.pdf>>. Acesso: 03 dez 2013.
- ARTONI, C. **O lado B da tecnologia**. Globo, p. 58-65, nº 170. São Paulo, 2005.
- BARBOSA, J. **O projeto do nosso lixo de todo dia**. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 5, Brasília. Anais digitais, 1 CD-ROM, 2002.
- BRASIL. 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. DOU, publicado em 03.08.2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 15 nov 2013.
- BRASIL. 2010. Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. DOU, publicado em 23.12.2010. Acesso em: 15 nov 2013.
- CÂNDIDO, E. C. F. De; SILVA, C. W. **Educação Ambiental: O Lixo Eletrônico**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007 50 pag. Monografia de Projeto Final de curso. Disponível na internet http://www.reciclaiq.ufrj.br/monografia_kadu.pdf. Acesso: 20 nov 2013.
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente – CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em <www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>. Acesso em: 25 nov 2013.
- CODECA. **O que é Lixo?** Disponível em: <http://www.codeca.com.br/lixo_o_que_e_lixo.php>. Acesso em: 22 nov. 2013.
- DESAULNIERS, J. B. R. et al. **Projeto Político-Pedagógico: Centros Sociais**. Porto Alegre:CMC,2011, 75p.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 8 ed. São Paulo: Ed. Gaia, 2003. 551p.

FERREIRA, J.A.; ANJOS, L. A. dos. **“Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais”**. Cadernos de Saúde Pública, vol. 17, no 3, Rio de Janeiro, Maio / Junho, 2001.

FERREIRA, J. M; FERREIRA, A. C: A Sociedade da Informação e o Desafio da Sucata Eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. Vol.III, nº 3, p. 168, 2008.

FILATRO, A. **Design Instrucional Contextualizado: educação e tecnologia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000700035&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 dez. 2013.

GOLDWASSER, Matthew. **A Guide to Facilitating Action Research for Youth**. Philadelphia: Research For Action, 2004.

OLIVEIRA, J. **Empresas na Sociedade Sustentabilidade e Responsabilidade Social**. São Paulo: Campus, 2008.

OLIVEIRA, R. S. GOMES, E. S. AFONSO, J. C. **O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio**, Química Nova na Escola, v. 32 n. 4, p. 240-248, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2013.

MOREIRA, D. **Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana**. 2007. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.3237126805/>. Acesso: 15 nov 2013

NAIME, R., SANTOS, K.L. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos no Município de Campo Bom – RS**. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 563-576, 2009

PAVARIN, G. **Hoje é Dia de Reciclar o Lixo Eletrônico**. 2008. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/102008/30102008-5.shl>>. Acesso: 06 dez 2013.

PIAGET, J. **A equilibrção das Estruturas Cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1976.

PINTO, N. F. **TI Verde: A tecnologia Sendo Influenciada pelo Meio Ambiente**. São Paulo: Centro Paula Souza Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. 2009. 63 p. Monografia apresentada no curso de Tecnologia em Informática, título de Tecnólogo em Informática. Disponível na internet <http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-27.pdf>. Acesso: 15 dez 2013.

Revista do Idec (abril/ 2009 p. 26-30) - Pesquisa Lixo Eletrônico: Tecnologia que vira lixo. Disponível em: <http://lixoeletronico.org/system/files/Idec+lixo_eletronico.pdf> Acesso: 02 dez. 2013.

RIGOTTI, C. M. **Gestão do Lixo Eletrônico nos Municípios de Abrangência das SDR do extremo Oeste de Santa Catarina**. Universidade do Oeste de Santa Catarina Campus de São Miguel do Oeste, Monografia de Especialização, 2011, 72 pg.

ROCHA, A. C. da. Et al. Lixo Eletrônico: um levantamento da produção científica e dos hot topics publicados na base Web of Science na última década. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, n. 2, p. 36-48, jul/dez 2012.

RODRIGUES, A. C. **Impactos sócios ambientais dos resíduos de equipamentos eletro e eletrônicos: estudo da cadeia pós consumo no Brasil**. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara do Oeste, SP, 2007.

ROSA, A. **Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais**. Reportagem de Março 2007. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php> Acesso: 15 nov 2013.

STRAUCH, M.; ALBUQUERQUE, P. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008.

APÉNDICE

APÊNDICE A - Questionário sobre Lixo Eletrônico

Esse questionário é um instrumento de pesquisa de cunho acadêmico referente à elaboração de uma Monografia de Especialização em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria. Tem como objetivo a coleta de dados relacionados as ações de reaproveitamento de lixo eletrônico no CMID. Solicito sua colaboração no sentido de responder às questões abaixo. As respostas serão confidenciais e o respondente não será identificado.

- 1) O lixo eletrônico pode ser reaproveitado? () Sim () Não
- 2) Você já transformou lixo eletrônico em algo que foi reaproveitado depois? Explique
- 3) O lixo eletrônico contamina o meio ambiente?
() Sim, contamina
() Não contamina
() Não sei
- 4) O lixo eletrônico é uma problemática ambiental:
() grave
() média
() sem importância
- 5) Você , em suas aulas, transforma o lixo eletrônico em algo reaproveitável? Se sim , está ajudando na preservação do meio ambiente? Como?
- 6) O trabalho realizado pelo CMID é importante para o meio ambiente?
() Sim
() Não
Por quê?

Data do preenchimento do questionário: ___/___/___

APÊNDICE B - Questionário sobre o CMID

Esse questionário é um instrumento de pesquisa de cunho acadêmico referente à elaboração de uma Monografia de Especialização em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria. Tem como objetivo a coleta de dados relacionados as ações de reaproveitamento de lixo eletrônico no CMID. Solicito sua colaboração no sentido de responder às questões abaixo. As respostas serão confidenciais e o respondente não será identificado.

1) As ações desenvolvidas no CMID, no sentido de minimizar os problemas decorrentes do descarte incorreto do resíduo eletrônico são conhecidas pela comunidade local, regional?

2) Como o CMID divulga seu trabalho?

3) Há algum controle quantitativo em relação aos resíduos eletrônicos recebidos pelo CMID?

4) Que tipo de resíduos eletrônicos podem ser destinados ao CMID?

5) Quais as ações de reaproveitamento do resíduo eletrônico no CMID?

6) Qual o destino do resíduo eletrônico não reaproveitado nos projetos do CMID?

7) Como você vê a contribuição do CMID em relação a questão ambiental?