

REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE

Fernando Yoití Obana¹, Lucas Kriesel Sperotto², Max Robert Marinho³, Raiane Talissa Dos Santos⁴

¹ Professor Adjunto, UNEMAT, Câmpus de Alto Araguaia – MT, obana@unemat.br

² Professor Assistente, UNEMAT, Câmpus de Alto Araguaia – MT, sperotto@unemat.br

³ Professor Assistente, UNEMAT, Câmpus de Alto Araguaia – MT, max.marinho@unemat.br@gmail.com

⁴Graduanda em Ciência da Computação, Bolsista FAPEMAT, UNEMAT, Câmpus de Alto Araguaia – MT, raiane1403@gmail.com

RESUMO

A quantidade de lixo produzido é cada vez maior, a população está descartando com muita facilidade tudo que adquire, um exemplo disso é a quantidade de resíduo eletrônico que está sendo descartado e na maioria dos casos, de maneira incorreta. Desse modo, dar um destino correto e promover o reaproveitamento de parte desse material, além de colaborar com o meio ambiente, também colaborará para que máquinas que antes seriam descartadas de forma incorreta beneficiem a comunidade acadêmica e externa. O projeto Reutilização e Reciclagem de Equipamentos de Informática (PRREI) em execução desde julho de 2015 recolhe e recebe materiais de informática que seriam descartados de maneira incorreta, faz uma avaliação do estado deste material e o reaproveita quando possível. Quando a reutilização é possível, o dispositivo é destinado aos Laboratórios da UNEMAT ou para a comunidade externa. Quando a reutilização não é possível é feito o a reciclagem, reaproveitando peças em boas condições de uso, ou o descarte correto, beneficiando o meio ambiente. Como resultados tem-se a reutilização de roteadores e computadores para a construção do Laboratório de Hardware e do Laboratório de Redes no campus, aparelhamento do Laboratório de Eletrônica e doação de equipamentos funcionais para a comunidade externa.

Palavras-chave: computador, reutilização, reciclagem, doação, meio ambiente.

ABSTRACT

The amount of garbage produced is increasing, the population is very easily discarding everything they get, an example is the amount of electronic waste that is being discarded and, in most cases, incorrectly. In this way, to give a correct destination and to promote the reutilization of part of this material, besides collaborating with the environment, will also collaborate so that machines that would be discarded in an incorrect way benefit the academic and external community. The Reutilization and Recycling of Informatics Equipment (PRRIE) project, which has been in execution since July 2015, collects and receives informatics materials that would be incorrectly discarded, evaluates the state of this material and re-uses it when possible. When re-use is possible, the device is intended for UNEMAT Laboratories or for the external community. When reuse is not possible the recycling is done, reusing parts in good use conditions, or the correct disposal, benefiting the environment. As a result we have the reuse of routers and computers for the construction of the Hardware Laboratory and the Laboratory of Networks in the campus, supply the Electronic Laboratory and donation of functional equipment for the external community.

Keywords: computer, reuse, recycling, donation, environment.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas mundiais é o aumento exponencial do lixo produzido pelos seres humanos. O que fazer com o lixo tem causado preocupação não só nas grandes metrópoles, mas também em cidades de pequeno porte. A maioria das pequenas cidades do Brasil não possuem aterros sanitários em conformidade com a legislação, e o lixo acaba sendo depositado em “lixões” sem que haja a correta prevenção contra a contaminação do meio ambiente. Em particular, o resíduo eletrônico é um problema maior ainda por ser de difícil decomposição e liberar no meio ambiente substâncias altamente tóxicas.

Em países como Japão a reciclagem deste tipo de resíduo chega a quase 99% (NALINI, 2016). Em alguns grandes centros brasileiros já existem empresas que proporcionam a destinação correta dos materiais eletrônicos e de informática sem que haja contaminação do ambiente natural. Já em pequenas cidades, aparentemente, devido à pequena quantidade de material coletado, essa atividade não é economicamente viável e todo o resíduo eletrônico produzido nessas cidades não recebem a destinação correta, e são encaminhados para os “lixões”.

Em cidades de pequeno porte a reciclagem e a reutilização destes tipos de resíduos aparecem como soluções para descarte incorreto. Plástico, borracha, vidro e metal já são amplamente reciclados e/ou reutilizados. Metais como o alumínio e o vidro são 100% recicláveis.

A reutilização ou a reciclagem de materiais eletrônicos e de informática necessitam de mão de obra especializada. O resíduo eletrônico, se não for corretamente manuseado, é altamente nocivo para o ambiente natural, para os animais e para o ser humano. Dessa forma é importante uma organização entre os gestores de todos os âmbitos para que seja dada a destinação correta para o resíduo eletrônico através da reciclagem e da reutilização destes materiais.

A reutilização de computadores acontece quando se utiliza um computador obsoleto (funcional) ou peças provenientes do desmonte, ainda em condições de uso, de computadores não funcionais para a construção de um novo computador em condições de uso.

A reciclagem é o desmonte ou desmanche e reaproveitamento de peças sem condições de uso em outros fins. Computadores possuem partes de metal e plástico que são facilmente reciclados, o maior problema são as placas de circuito impresso (PCIs) que possuem em sua composição diversos metais pesados e tóxicos, como chumbo, cobre, cádmio e níquel. Mas também estão presentes metais preciosos, como ouro, prata e a platina, além de haver terras raras (elementos raros na crosta terrestre).

O Projeto Reutilização e Reciclagem de Equipamentos de Informática preenche a lacuna existente entre comunidade, poder público e empre-

sas, na cidade de pequeno porte de Alto Araguaia, ao sudeste do estado de Mato Grosso, fronteira com o estado de Goiás, para que materiais eletro-eletrônicos sejam reutilizados, reciclados e seus restos recebam a destinação correta, sem contaminar o ambiente natural.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O resíduo eletrônico, quando descartado de forma incorreta contamina o meio ambiente. Esta contaminação se dá devido a presença de metais pesados tóxicos na composição destes equipamentos. Dentre estes metais, os mais comumente encontrados são o mercúrio, berílio e chumbo. Soma-se a estes metais diversos componentes químicos. Quando o descarte incorreto ocorre, estes materiais contaminam o solo e os lençóis freáticos. A incineração destes materiais libera toxinas perigosas no ar. Assim, o descarte correto é de extrema importância não só para o meio ambiente, mas também para a saúde humana.

Cerca de 5% de todo o lixo produzido pela humanidade é eletrônico. São em média 50 milhões de toneladas de resíduos desta espécie, jogadas fora anualmente (“CEMPRE”, 2014).

Segundo o site *StEP E-waste World Map - Overview World - STEP* (2018), os EUA foram os que mais geraram resíduos eletrônicos em 2014: foram 7,072 milhões de toneladas, ou 22,1 kg por habitante. No mesmo período, o Brasil produziu 1,412 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos, ou 7 kg por habitante.

Em 2010 estimava-se que a média de resíduo eletrônico gerado por habitante no Brasil seria de 2,6 kg por habitante (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010). A comparação com os dados de 2014 demonstra o rápido crescimento deste tipo de resíduo no país.

O Brasil, apesar de contar com 49 instrumentos regulatórios (Regras, Regulamentos, Políticas e Orientações sobre lixo eletrônico), carece de políticas efetivas e planos de gestão que informem melhor a população sobre o problema do lixo eletrônico (“*StEP E-waste World Map - Overview Brazil - STEP*”, 2018). Pesquisas recentes levantaram que 36% desconhecem o problema do lixo eletrônico e dentre os 64% informados, 58% tem um eletro-eletrônico sem uso em casa. Ainda dentre os informados, 36% doam o resíduo eletro-eletrônico, 34% guardam os resíduos em casa e 29% o destinam ao lixo comum (SILVA; ALBUQUERQUE, 2009).

O mapa levantando pelo CEMPRE, apresentado na Figura 1, (“CEMPRE - Review 2015”, 2015) mostra que somente as regiões Sul e Sudeste do Brasil possuem estrutura para realizar o processo de reciclagem de resíduos sólidos com Pontos de Entrega Voluntária (PEV), Triagem, Comércio Atacadista de Materiais Recicláveis (CAMR) e Recicladores de Papel. Nas regiões Centro Oeste, Norte e Nordeste existem somente PEV e Triagem, quando existem.



Figura 1 – Estrutura para Reciclagem no Brasil – Fonte: CEMPRE – Review 2015.

O projeto Reutilização e Reciclagem de Equipamentos de Informática, em execução desde julho de 2015, em uma cidade de pequeno porte na região Centro Oeste do Brasil, teve início como um PEV, recolhendo e recebendo materiais eletrônicos que seriam descartados de maneira incorreta. Atualmente além de receber o material o projeto faz o reuso e a reciclagem deste tipo de material.

METODOLOGIA

O Município de Alto Araguaia - MT foi fundado em 1938, e possui, por meio do censo demográfico do IBGE de 2017, por volta de 18 mil habitantes, com área aproximada de 5.500 km². Inicialmente foram realizadas reuniões com gestores de órgãos público e privados até um raio de 80 km ao redor de Alto Araguaia a fim de se alcançar pequenos municípios vizinhos como Alto Taquari-MT, Alto Garças-MT, Mineiros-GO, e a área rural de Alto Araguaia-MT. O total de público envolvido está por volta de 100 mil

habitantes, abrangendo prefeituras, escolas estaduais/municipais/privadas, bancos, empresas privadas e comunidade externa.

As reuniões tinham como objetivo explicar as ações do projeto firmar parcerias. Para o recebimento dos equipamentos oriundos das comunidades Araguaieenses foram realizadas divulgações nas salas de aula dos três cursos da UNEMAT – Campus de Alto Araguaia (Bacharelado em Ciência da Computação, Bacharelado em Comunicação Social e Licenciatura em Letras). O recebimento dos equipamentos é realizado através por meio de duas vias, sendo uma de um termo de doação e outra de um termo de recebimento de bens, onde devem constar todos os dados do doador e do beneficiário juntamente com a discriminação de todo o material doado.

Após o recebimento dos equipamentos inicia-se o processo de triagem dos equipamentos. O primeiro passo do processo de triagem é o teste de funcionamento para a determinar se este equipa-

mento será destinado para o reuso, desmonte ou desmanche. Ao ser ligado, se o equipamento apresentar funcionamento inicial correto será destinado ao reuso. O reuso ocorre apenas para computadores com processadores equivalentes a um dual core ou superior, caso contrário o computador será destinado ao desmonte ou desmanche.

O processo de reuso inicia-se com uma manutenção física no computador (limpeza interna de todos os seus componentes). Após a manutenção física é instalado um Sistema Operacional gratuito e compatível com o hardware e alguns aplicativos básicos. Terminado o processo o computador é enviado para a sua destinação.

O processo de desmonte é realizado quando, na classificação inicial, o computador não apresenta funcionamento correto ou possui um processador inferior a um dual core. O desmonte consiste em retirar todas as peças do computador e testá-las individualmente, a fim de se constatar tanto sua funcionalidade quanto sua confiabilidade. Se a peça apresenta funcionamento correto é colocada em estoque e pode ser utilizada para a montagem de um computador completo ou como peça de manutenção.

Quando uma peça é classificada como danificada é enviada para o processo de desmanche, onde todos os componentes eletrônicos são retirados da placa de circuito impresso para serem reutilizados na montagem de circuitos eletrônicos. A Figura 2 apresenta o fluxograma que representa o procedimento aqui descrito.

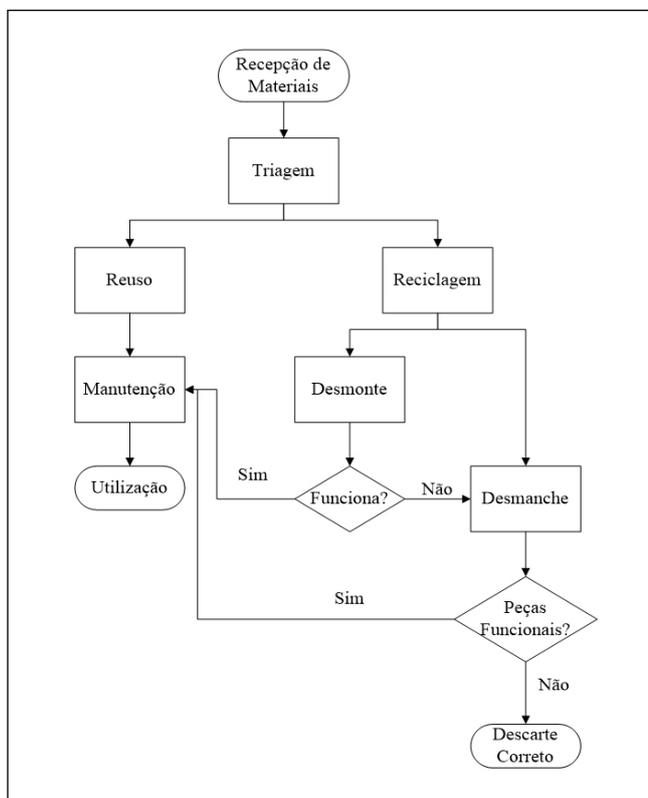


Figura 2 – Fluxograma do procedimento de Reciclagem de Equipamentos Eletrônicos.

RESULTADOS E ANÁLISES

Os primeiros contatos, para a doação de equipamentos, foram realizados na própria Universidade e com empresas locais. Pretendia-se divulgar o projeto na mídia local e também nas mídias sociais, porém devido à grande quantidade de material reunido na própria Universidade e com algumas empresas (Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Bradesco e Cargill) e principalmente a falta de espaço adequado para armazenar o material recebido a divulgação na mídia local e também nas mídias sociais ficou para um segundo momento.

Os primeiros resultados concretos do projeto foram a construção do Laboratório de Redes de Computadores e a construção do Laboratório de Hardware com equipamentos provenientes do processo de reuso.

O Laboratório de Redes conta com 10 computadores com processador Dual Core com monitores LCD de 14", 512 MB de memória RAM e Hd de 40 GB, além de 5 servidores Dell, 1 servidor Itautec, 1 servidor HP, e 3 switches 3Com (Figura 3-a).

O Laboratório de Hardware tem de 25 computadores funcionais com monitores CRT (*Catode Ray Tube*). Por serem muito antigos e não possuírem capacidade de processamento suficiente para executar softwares atuais, foram destinados ao laboratório de hardware, onde os alunos poderão desmontar e remontar os equipamentos durante as aulas práticas de Hardware de Computadores (Figura 3-b).



Figura 3 – Laboratórios provenientes do processo de Reuso.

Apesar do objetivo inicial ser o reuso e reciclagem de equipamentos de informática, passamos a receber doações de equipamentos eletro-eletrônicos como aparelhos de som, tvs, vídeo cassetes, dvds e até forno microondas. Todos estes equipamentos passaram pelo mesmo processo de avaliação utilizado para equipamentos de informática sendo reutilizados, desmontados ou desmanchados. Esta demanda não prevista no projeto demonstra a quantidade de resíduo eletrônico que é descartado de forma incorreta na natureza.

O processo de desmonte e classificação promoveu o reuso de um notebook através do aproveitamento de peças de vários notebooks, e este equipamento está sendo utilizado para auxiliar a coordenação do projeto (Figura 4). Ainda, por meio do processo de desmonte, 100 kg de lata, proveniente de gabinetes de computadores, foram encaminhados para um ferro velho da cidade promovendo assim o descarte correto.

Com caixas de som e uma fonte de computador foi construído uma caixa de som amplificada para utilização nas aulas e eventos do curso. Foi utilizada uma fonte de computador como fonte de alimentação e um módulo de amplificação de 100 watts (Figura 5-a-b).



Figura 4 – Notebook montado com peças do processo de Desmonte.



Figura 5 – Caixa de som montada com componentes provenientes do Desmanche.

Fontes de computador, provenientes de computadores que apresentaram mal funcionamento em seus componentes internos, foram adaptadas para serem reutilizadas como fonte de bancada para as aulas práticas de eletrônica. Foram construídas 6 fontes de bancada (Figura 6-a-b).



Figura 6 – Fonte Computador adaptada para funcionar como Fonte de Bancada.

Foi construído, também, um painel eletrônico animado e customizável para indicação do local de eventos e testes de circuitos, utilizado pelo do curso Ciência da Computação (Figura 7-a-b).



Figura 7 – Painel Eletrônico construído com material reciclado.

Mediante a reciclagem de peças de impressoras, computadores e um monitor, foi construída uma estrutura, com varetas de madeira e filme de PVC (Figura 8-a), para projeção de hologramas 3D (Figura 8-b).



Figura 8 – Estrutura para Holograma 3D com material Reciclado

Outros dispositivos diversos ainda foram desenvolvidos. A Figura 9(a) apresenta um cubo formado por leds 4 x 4 x 4, totalizando 64 leds. Este projeto ajuda os alunos no controle de implementação e

manuseio matricial de informações, e recentemente está sendo modelado um novo cubo led de dimensões maiores. Ainda, na mesma figura foi implementado um jogo de memória de cores (jogo Genius), por meio da utilização do Arduíno, e um modelo de Reator Arc, e um Pisca-Pisca.

O dispositivo da Figura 9(b) representa um giroscópio que no momento está em processo de estudo para sua produção em escala menor. Construído com papelão, leds, elásticos, barbantes e motor de impressora temos o Robô bípede, apelidado de R3L6 (Figura 9-c), e um carrinho de controle remoto com duas rodas (Figura 9-d) controlado por um controle remoto com fio.

O Desenvolvimento dos dispositivos apresentados permitiu que fosse realizado uma exposição itinerante que já se apresentou nas escolas do município, em dois eventos voluntários de cidadania e na comemoração dos 40 anos da UNEMAT, com destaque na página principal da Universidade e no site da prefeitura.

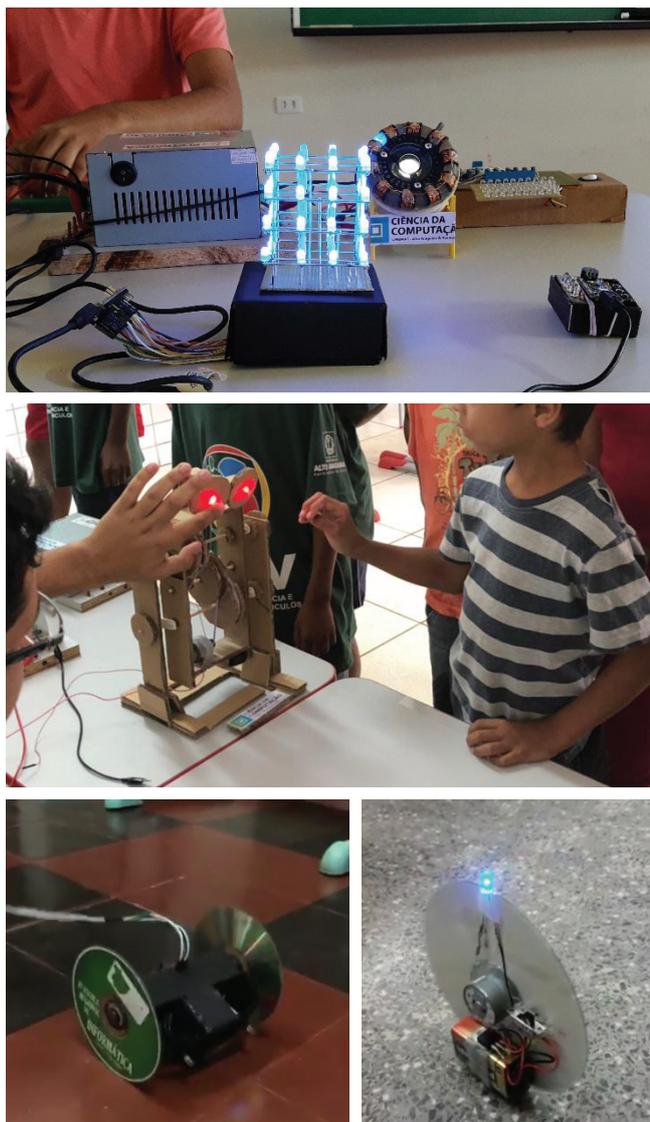


Figura 9 - Dispositivos construídos com material Reciclado

As exposições despertaram o interesse de crianças e adolescentes da cidade pelo projeto e para atender esta demanda o projeto está ministrando um curso gratuito de eletrônica básica com reciclagem em convênio com o Centro de Referência Especializado de Assistência Social do município.

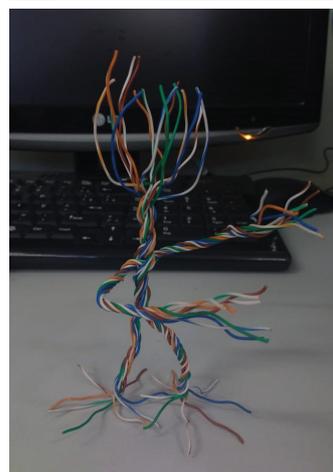
Recentemente foi ministrada uma oficina para dois grupos de alunos (3º e 4º anos) de escolas municipais sobre artesanato com reciclados de resíduos eletrônicos onde cada aluno construiu um boneco do Groot, com fios de cabos de rede de computadores que apresentavam mal funcionamento.

A prefeitura municipal também se interessou pelo projeto e em parceria com os cursos de Jornalismo e Ciência da Computação do Campus estará realizando na semana do meio ambiente (04 a 08 de junho de 2018) uma campanha para a coleta de resíduos eletrônicos que serão doados para o projeto.

Atualmente o projeto conta com um estoque de 22 drives de disquete, 30 drives de CD/DVD, 49 HDs de tamanhos diversos, 28 placas de vídeo, 17 placas de rede, 75 pentes de memória RAM de diversos tamanhos e modelos, 40 processadores diversos, 15 monitores CRT e 8 impressoras, além de outros equipamentos eletrônicos diversos. Todo este estoque está sendo utilizado para realizar a manutenção de computadores internos e externos à universidade além de fomentar pequenos projetos, como por exemplo utilizar os motores de drives de disquete, CD/DVD e impressoras para construção de pequenos robôs, compressores de ar, aspiradores de pó, fresa CNC e até pequenas impressoras 3D.



Figura 10 – Turma da oficina de artesanato com reciclados e boneco Groot.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após quase três anos de execução o Projeto de Reutilização e Reciclagem de Equipamentos de Informática foi muito além dos objetivos pretendidos. Está levando conhecimento sobre a importância do descarte correto de resíduos eletrônicos para a comunidade local, abrangendo professores e alunos e da universidade, professores e alunos das escolas do município, empresários, poder público e os familiares de todos os citados anteriormente.

Dois Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão foram criados no campus com material proveniente do desmonte e diversos projetos menores foram e estão sendo desenvolvidos com material do desmanche.

Inicialmente o projeto pretendia trabalhar somente com material de informática, mas nos vimos obrigados a aceitar material eletro-eletrônico dos mais variados tipos para evitar o descarte incorreto. Sendo assim o projeto recebeu aparelhos de som, vídeo cassete, DVD, forno micro-ondas e outros. A principal dificuldade para o projeto são os monitores CRT, pois ainda não temos equipamentos para retirar os contaminantes presentes em seu interior para o vidro possa ser reciclado.

Para o futuro o projeto estará oficialmente recebendo todo tipo de eletro-eletrônico. Outros campos a serem explorados são a extração de metais raros dos dispositivos armazenados e o reaproveitamento do plástico como material para impressora 3D.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. T. G. de; FONSECA, C. S. M.; MATTOS, K. M. da C. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN. **HOLOS**, v. 2, 2010.

CEMPRE. Disponível em: <<http://cempre.org.br/>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

CEMPRE - Review 2015. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em 2 de Junho, 2018.

NALINI, J. E. **Mercado de reciclagem do lixo no Brasil: Entraves ao Desenvolvimento**. [s.l.] Novas Edições Acadêmicas, 2016.

SILVA, A.; ALBUQUERQUE, L. Lixo eletrônico e as perspectivas de uma sociedade de consumo: um estudo exploratório na cidade de Natal-RN. **I Jornada Científica de Ferramentas de Gestão Ambiental para Competitividade e Sustentabilidade-JCGA**, 2009.

StEP E-waste World Map - Overview Brazil - STEP. Disponível em: <http://www.step-initiative.org/Overview_Brazil.html>. Acesso em: 2 jun. 2018.

StEP E-waste World Map - Overview World - STEP. Disponível em: <<http://www.step-initiative.org/overview-world.html>>. Acesso em: 2 jun. 2018.