

# Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre o Impacto da Computação no Meio Ambiente

Daniel Mitsuaki da Silva Utyiama – ICET

Victor Lucio Froes Pinto – ICET

Rainer Xavier de Amorim – ICET

Odette Mestrinho Passos – ICET

E-mail para contato: daniel.utyiama@gmail.com

**Resumo.** Esta pesquisa apresenta as principais práticas da TI Verde, em relação ao descarte de equipamentos eletrônicos, com referência de sustentabilidade ambiental para incentivar as empresas de TI a desenvolverem projetos que adotem práticas ecologicamente corretas. Um levantamento foi realizado através de entrevistas relacionadas a aplicação da TI Verde em algumas empresas desenvolvedoras de software do polo industrial de Manaus. Além disso, foram realizadas buscas em sites de empresas de TI para identificar as técnicas utilizadas para reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos. Os resultados mostram que muitos gestores não conhecem as boas práticas de TI Verde, mas reconhecem a sua importância. No total, foi possível identificar 15 práticas de sustentabilidade adotadas pelas empresas de TI e 32 técnicas de reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos.

**Palavras-Chave.** TI Verde; Empresas de TI; Práticas de Sustentabilidade;

## 1. Introdução

Na primeira década do novo milênio aumentou a preocupação pelos resíduos eletrônicos, uma vez que no final do século passado houve um avanço muito grande no consumo, sendo que somente no início dos anos 2000 aconteceram os primeiros descartes em grande quantidade de produtos eletrônicos. Na tentativa de melhorar os problemas do impacto dos recursos tecnológicos no meio ambiente, surgiu em 2005, o conceito de Tecnologia da Informação Verde (TI Verde) (BAYNER, BAYNER e RAMOS, 2013).

A TI Verde engloba, entre outros, o cumprimento da legislação ambiental desenvolvendo procedimentos e planos de ação com objetivos de eliminação ou diminuição da agressão ambiental, tais como: degradação por meio do descarte incorreto de lixo eletrônico, grande quantidade de uso de papel, aumento do consumo de energia e outros efeitos (REISSWITZ, 2012; PINTO e SAVOINE, 2011).

Na atividade em relação ao lixo eletrônico, por exemplo, sabe-se que os computadores não devem ser jogados no lixo comum. Eles possuem diversas peças com resíduos químicos que causam problemas ao entrarem em contato direto com o meio ambiente e, mais especificamente, com os humanos. Segundo a especialista em gestão ambiental do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir), pertencente ao Centro de Computação Eletrônica (CEE) da Universidade de São Paulo (USP), Neuci Bicov, “todo produto que apresente bateria, placa eletrônica ou fio possui algum material contaminante”. Os principais elementos tóxicos presentes nos computadores são o mercúrio (deteriora o sistema nervoso, causa perturbações motoras e sensitivas, tremores e demência), o chumbo (provoca alterações genéticas, ataca o sistema nervoso, a medula óssea e os rins, além de causar câncer), o cádmio (provoca câncer de pulmão e de próstata, anemia e osteoporose) e o berílio (causa câncer de pulmão) (GERBASE e OLIVEIRA, 2012).

Em relação ao gasto com energia elétrica, para se ter uma ideia, um computador ligado uma hora por dia consome, em média, 5 KWh/mês e, ao final de um ano, emite 18Kg de CO<sub>2</sub>, o que equivale à emissão de um carro à gasolina percorrendo 120 Km (INSTITUTO AKATU, 2011). Estima-se que a energia despendida a cada ano por todos os equipamentos de TI – PCs, impressoras, monitores, servidores, roteadores, etc. – chega a quase um trilhão de quilowatts/hora, ou seja, 5% do consumo mundial de energia.

Em vista disso, essa pesquisa tem como objetivo geral identificar as principais práticas da TI Verde, em relação ao descarte de equipamentos eletrônicos, como referência de sustentabilidade ambiental. Para atingir este objetivo foram definidos três objetivos específicos: (i) Analisar o conhecimento e aplicação da TI Verde nas empresas desenvolvedoras de software que atuam na cidade de Manaus; (ii) Realizar um levantamento em sites de empresas que desenvolvem software e entidades governamentais que propõem ou divulgam as práticas da TI Verde e (iii) Identificar as técnicas utilizadas para reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos.

Os conceitos necessários para o entendimento da pesquisa são o de sustentabilidade, com a finalidade de melhor compreender a importância desse conceito para o meio ambiente. Além disso, é apresentado o conceito de TI Verde, bem como sua importância não só no contexto da tecnologia da informação, mas como um termo que merece ser analisado cientificamente para que possa auxiliar as organizações na tomada de decisão quanto ao descarte do lixo eletrônico.

O termo sustentabilidade teve início em 1980 por *Lester Brown*, fundador do *World Watch Institute*, que definiu uma sociedade sustentável que consegue corresponder às suas expectativas sem causar prejuízos para gerações futuras (CAPRA, 1997; BRUNDTLANDT e KHALID, 1987).

Para Pinto e Savoine (2011) existem diversas formas de conceituar esse tema, porém, para melhor compreensão elaborou-se um conceito que resume a tamanha responsabilidade do ser humano em contribuir com a sustentabilidade do planeta. Neste contexto, sustentabilidade é a capacidade do ser humano em compensar a natureza de tudo aquilo que é retirado dela para seu uso, tanto pessoal quanto empresarial. Na prática, a sustentabilidade é definida como a capacidade que o indivíduo ou um grupo de pessoas tem em se manterem dentro de um ambiente sem causar impactos a esse ambiente.

O próximo conceito é sobre Tecnologia da Informação Verde (TI Verde) ou Computação Verde, um termo ainda desconhecido por muitos, mas, que possui extrema importância. Consiste em um conjunto de práticas de uso e fabricação de tecnologias ecologicamente corretas, incluindo a economia de energia elétrica. Atualmente o uso da tecnologia é relevante, favorecem as pessoas com vários benefícios, mas, o uso e fabricação de tecnologias agridem o meio ambiente, através de produtos tóxicos que nelas estão contidos (PINTO e SAVOINE, 2011).

Para Phelipe (2010) a TI Verde pode ser definida como um conjunto de práticas capazes de garantir que a atividade de uma empresa gere menor impacto ambiental. Com isso, é possível fazer com que a organização conquiste uma boa reputação socioambiental.

Muitos são os efeitos prejudiciais ao meio ambiente com a evolução da tecnologia: degradação por meio do descarte incorreto de lixo eletrônico, grande quantidade de uso de papel, aumento do consumo de energia e outros efeitos. A TI Verde surgiu tendo como foco principal diminuir esses efeitos, isso não significa que não se pode usufruir das tecnologias, mas sim usá-las de forma que beneficiem ambos os lados (PINTO e SAVOINE, 2011).

Além dos benefícios com o meio ambiente, a TI Verde quando direcionada para as empresas, pode elevar seu status perante a sociedade, pois torna-se referência até mesmo para a concorrência, e fatalmente, conseguem a preferência e a confiança de seus clientes (CRUZ, 2010).

## **2. Metodologia**

Para alcançar os três objetivos específicos descritos na Introdução, foi utilizada a metodologia descrita a seguir:

Para o primeiro objetivo específico “Analisar o conhecimento e aplicação da TI Verde nas empresas desenvolvedoras de software que atuam na cidade de Manaus” foram utilizadas abordagens metodológicas qualitativas e quantitativas. Segundo Roesch (2007), a abordagem qualitativa tem o objetivo de aprofundar o nível de conhecimento de algum conceito enquanto que a quantitativa é utilizada para obter dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas. Nesse sentido, foram realizadas entrevistas (abordagem qualitativa) com o diretor/gerente da empresa desenvolvedora de software e posteriormente aplicado um questionário (abordagem quantitativa).

Para o segundo objetivo específico “Realizar um levantamento em sites de empresas que desenvolvem software e entidades governamentais que propõem ou divulgam as práticas da TI Verde” foi realizada uma revisão bibliográfica, que é um meio para identificar, avaliar e interpretar pesquisas relevantes por meio de uma busca sem um protocolo rigoroso, no site do Google visando identificar anúncios publicados eletronicamente em sites de empresas que desenvolvem software ou que trabalham com a Tecnologia da Informação.

Para o terceiro objetivo específico “Identificar as técnicas utilizadas para reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos” foi realizada uma revisão bibliográfica no Portal Periódico da CAPES (visando identificar artigos publicados em conferências e periódicos), Google Scholar (visando identificar trabalhos de conclusão de curso (monografia, dissertação e tese) e artigos) e Google (visando identificar todo tipo de material informativo, como: blogs, portais, sites e redes sociais). Foram consideradas publicações que demonstrassem técnicas de reciclagem de componentes ou periféricos de computadores.

### **3. Análise e Discussão dos Resultados**

Para melhor compreensão da análise e discussão dos resultados, os mesmos serão apresentados na mesma ordem dos objetivos específicos definidos:

#### **3.1. Primeiro Objetivo Específico**

Com relação ao primeiro objetivo específico que seria analisar o conhecimento e a aplicação da TI Verde nas empresas desenvolvedoras de software que atuam na cidade de Manaus foram enviados um convite para o endereço eletrônico de quatro empresas. Apesar da persistência de um retorno positivo, apenas duas empresas (de forma a preservar a confidencialidade das informações, as empresas serão referenciadas apenas como Empresa A e Empresa B) responderam ao convite e aceitaram participar da pesquisa.

Para realizar a pesquisa foi elaborado um roteiro prévio com questões abertas para permitir que o entrevistado pronuncie sua opinião dentro de uma direção pré-elaborada, evitando desvios de focos. Esse roteiro deveria ser respondido em no máximo dez minutos.

Não obstante, foi elaborado um questionário, que continha trinta e quatro questões, que deveriam ser assinaladas ou dissertadas, divididas nas principais práticas de TI Verde, como: (i) Redução do Consumo de Energia, (ii) Economia de Papel, (iii) Descarte e Reciclagem de Equipamento Eletrônico, (iv) Videoconferência e Virtualização de Servidor e Desktop e (v) TI Verde e Sustentabilidade. Além disso, tinham 4 questões com relação ao perfil da empresa. O roteiro, bem como o questionário, encontra-se no endereço [http://www.icet.ufam.edu.br/grupopesq/gptec/lab312/pub/reltec/rt001\\_2016.pdf](http://www.icet.ufam.edu.br/grupopesq/gptec/lab312/pub/reltec/rt001_2016.pdf).

A entrevista com o gerente da Empresa A, localizada na cidade de Manaus/AM, foi realizada no dia dois de setembro de 2015, e tem como principal atividade a pesquisa e o desenvolvimento de software/serviços e soluções inovadoras na área da Tecnologia. O entrevistado foi o gerente de projetos de desenvolvimento de software que respondeu o roteiro e o questionário em 20 minutos.

Analisando o roteiro feito com o gerente foi possível observar que o gerente nunca ouviu falar sobre o termo TI Verde, mas acredita que está relacionado ao meio ambiente. O mesmo nunca teve interesse em verificar o consumo de energia dos equipamentos e nem mesmo se estes possuem o selo PROCEL. Segundo ele, os equipamentos eletrônicos obsoletos são doados para instituições sociais e que não sabe o que pode ser feito com o descarte do lixo eletrônico em Manaus.

Ainda na entrevista, o gerente afirmou que a empresa adota uma tecnologia para a virtualização que permita a simulação de um ambiente real, como o Docker ([www.docs.docker.com](http://www.docs.docker.com)). Além disso, o entrevistado nunca ouviu falar sobre as normas e certificações que regem o processo de trabalho da TI.

Com relação ao questionário, analisando os dados foi possível observar que a empresa procura fazer uso ecologicamente correto de energia elétrica, porém não possui nenhuma iniciativa visando obter energia alternativa. Com relação à economia de papel, a empresa adota ações relacionadas às práticas de economia de papel, como por exemplo, usando software de sustentabilidade e impressão nos dois lados do papel ou documentos digitalizados.

A empresa concorda que as práticas de utilizar equipamentos eletrônicos de forma ecológica são importantes e que faz doação de equipamentos obsoletos para instituições de caridade. O uso de videoconferência para reunião de longa distância é praticado, assim como a virtualização dos servidores e o compartilhamento de equipamentos.

Embora o termo de TI Verde e suas práticas não sejam conhecidos na empresa, esta faz campanha de conscientização para que os funcionários adotem este tema. Não obstante, a empresa possui uma política de sustentabilidade, porém não possui nenhuma certificação, como a ISO 14001. O questionário respondido pelo gerente encontra-se no endereço já citado.

A entrevista com o gerente da Empresa B, localizada na cidade de Manaus/AM, foi realizada no dia vinte e três de setembro de 2015, e tem como foco especial o desenvolvimento de ferramentas de busca e recomendação para e-commerce. O entrevistado respondeu o roteiro e o questionário em 15 minutos.

Analisando o roteiro feito com o gerente foi possível observar que o gerente ouviu falar sobre o termo TI Verde, mas muito pouco. O mesmo nunca teve interesse em verificar o consumo de energia dos equipamentos e nem mesmo se estes possuem o selo PROCEL uma vez que apenas se leva em conta o processamento da solução. Segundo ele, os equipamentos eletrônicos não são doados, pois ainda não há máquinas obsoletas na empresa.

Ainda na entrevista, o gerente afirmou que a empresa somente usa o CLOUD para a virtualização de um ambiente que simula um ambiente real. O entrevistado nunca ouviu falar sobre as normas e certificações que regem o processo de trabalho da TI.

Com relação ao questionário, analisando os dados foi possível observar que a empresa não pratica muitas ações para fazer uso ecologicamente correto de energia elétrica, embora estimule o uso da computação nas nuvens. Com relação à economia de papel, a empresa possui algumas ações relacionadas às práticas de economia de papel, como por exemplo, usando software de sustentabilidade, intranet para facilitar a comunicação e evitar o uso papéis. Contudo não faz impressão dos dois lados da folha para documentos que ficam na empresa e não possui controle de gastos com papel.

A empresa concorda que as práticas de utilizar equipamentos eletrônicos de forma ecológica são importantes, mas não faz doação de equipamentos obsoletos. O uso de videoconferência para reunião de longa distância é praticado, assim como a virtualização dos servidores, porém não faz usos de compartilhamento de equipamentos.

Em relação ao termo de TI Verde e suas práticas, a Empresa B, não possui nenhuma política de sustentabilidade e não prevê quando tais práticas serão incorporadas na empresa.

### **3.2. Segundo Objetivo Específico**

Com relação ao segundo objetivo específico que seria realizar um levantamento em sites de empresas que desenvolvem software e entidades governamentais, que propõem ou divulgam as práticas da TI Verde, a pesquisa foi realizada nos meses de novembro e dezembro de 2015.

A pesquisa envolveu uma busca no site do Google utilizando as seguintes palavras-chave: (i) empresas desenvolvedoras de software + ti verde e (ii) empresas de ti que possuem práticas sustentáveis. Além de serem considerados sites de empresas que desenvolvem software, foram incluídas empresas que trabalham com a Tecnologia da Informação, aumentando assim o escopo do projeto.

Como critério de seleção, foram consideradas apenas empresas de médio e grande porte e que relatam projetos, táticas ou práticas de sustentabilidade (ou de TI Verde). No total foram identificados 125 sites de empresas, e dessas, apenas 6 relatavam as práticas da TI Verde que adotavam.

Além disso, durante a pesquisa, foi identificada uma publicação no site da Revista Abril (2014), que informava as 100 empresas com melhores práticas de sustentabilidade. Com esta informação, foi realizada uma busca em cada site das empresas citadas pela revista, e destas somente 16 empresas se encaixavam no perfil requerido da pesquisa. As informações completas como o nome, o site e as práticas adotadas de cada uma das 22 empresas identificadas encontram-se no endereço já citado.

Um fator importante é descrever os meios de como as práticas foram alcançadas por cada empresa identificada na pesquisa, pois desse modo, outras empresas que não possuem políticas de sustentabilidade (ou de TI Verde) podem adotá-las. Abaixo, estão descritos alguns desses meios que foram relatados pelas empresas:

- a) Estabelecer um líder com a missão de reduzir o impacto ambiental e conduzir iniciativas verdes;
- b) Incentivar através de softwares a consciência sustentável;
- c) Investir em sistemas de aquecimento e refrigeração mais eficientes, além de projetos de captação de energia alternativa, como a instalação de painéis solar;
- d) Adotar o programa de consolidação dos data centers internos que pouparam energia;
- e) Ter projetos de pesquisa na área de energia, que incluem tecnologia solar (pesquisas fotovoltaicas) e construção de *smart grids*;
- f) Adotar uma política de energia renovável;
- g) Ter uma abordagem para gerenciar os aspectos ambientais dos edifícios seguindo os princípios da ISO 55000;
- h) Adotar os conceitos do *EcoDesign*, que determina a consciência ambiental dos processos, considerando seis critérios principais, as chamadas áreas verdes focais: peso, uso de substâncias tóxicas, consumo de energia, reciclagem e descarte final e o tempo de vida útil do produto;
- i) Colaborar com o *The Conservation Fund* para criar e proteger as florestas gerenciadas de maneira sustentável que produzem fibra virgem para papel e embalagens e abastece todos os centros de dados nos Estados Unidos com energia 100% renovável;
- j) Desenvolver tecnologias de computação em nuvem e *big data*;
- k) Possuir projetos que visam incentivar a consciência sustentável, a educação socioambiental e a reciclagem de resíduos;
- l) Implementar programas de educação para aumentar a consciência ambiental entre os nossos funcionários e para garantir que eles reconhecem a essência da Política Verde, abordando ativamente preocupações ambientais;
- m) Fazer contribuições sociais, em estreita parceria com as comunidades locais através da divulgação de informação ambiental e apoio a iniciativas de conservação ambiental;
- n) Criar normas e registrar as ações relativas à conservação do Meio Ambiente, de forma auditável e transparente;
- o) Estabelecer, revisar e acompanhar, anualmente, os objetivos e metas ambientais específicos de suas atividades.

### 3.3. Terceiro Objetivo Específico

Com relação ao terceiro objetivo específico que foi identificar as técnicas utilizadas para a reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos, a pesquisa ocorreu entre os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016.

A pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica no (i) Portal Periódico da CAPES (visando identificar artigos publicados em conferências e periódicos), (ii) Google Scholar (visando identificar trabalhos de conclusão de curso (monografia, dissertação e tese) e artigos) e (iii) Google (visando identificar todo tipo de material informativo, como: blogs, portais, sites e redes sociais). Foram consideradas publicações que demonstrassem técnicas de reciclagem de componentes ou periféricos de computadores.

Para a busca foram utilizadas as seguintes palavras-chaves e seus sinônimos: “TI Verde”, “Reaproveitamento de periféricos eletrônicos”, “*Eco designer*” e “Reaproveitamento de peças do computador”.

Para selecionar as publicações foram definidos dois critérios: (i) 1ª Seleção: das publicações apresentadas foram lidos primeiramente o título, o resumo e as palavras-chave e caso tivesse relação com o objetivo da pesquisa, a publicação era agrupada em um conjunto preliminar de seleção e (ii) 2ª Seleção: As publicações desse conjunto foram lidas na íntegra e somente foram selecionadas aquelas que citassem alguma técnica utilizada para reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos ou que tratavam de reaproveitamento do lixo eletrônico, como o recondicionamento de computadores.

A Tabela 1 mostra a quantidade de publicações que foram selecionadas nos locais de busca definidas. Com relação aos resultados e análises realizados no Portal Periódico Capes foi retornado 92 publicações. Após aplicar o primeiro critério de seleção foram selecionadas 33 publicações, e após, aplicado o segundo critério de seleção foram obtidas 2 publicações para fazerem parte da pesquisa.

Pelo *Google Scholar* retornaram 210 publicações. Após aplicar o primeiro critério de seleção 21 publicações foram selecionadas, e após aplicar o segundo critério de seleção foram obtidas 8 publicações para fazerem parte da pesquisa. Nesta revisão bibliográfica somente foram considerados trabalhos de conclusão de curso e artigos escritos em português.

Pelo Google retornaram aproximadamente 323 publicações. Após aplicar o primeiro critério de seleção 32 publicações foram selecionadas, e após, aplicado o segundo critério de seleção foram obtidas 22 publicações para fazerem parte da pesquisa. Nesta etapa somente foram considerados blogs, portais, sites e redes sociais.

**Tabela 1:** Quantidade de publicações selecionadas.

| Local de Busca         | Publicações Retornadas | 1ª Seleção | 2ª Seleção |
|------------------------|------------------------|------------|------------|
| Portal Periódico Capes | 92                     | 33         | 2          |
| <i>Google Scholar</i>  | 210                    | 21         | 8          |
| <i>Google</i>          | 323                    | 32         | 22         |
| TOTAL                  | 625                    | 86         | 32         |

No total 32 publicações fizeram parte da análise dos dados, sendo assim distribuídas: (i) artigo científico: 9, (ii) trabalho de conclusão de curso: 1 e (iii) sites informais (inclui blogs e portais): 22.

A Tabela 2 apresenta um resumo da técnica identificada em cada publicação, enquanto as imagens coletadas podem ser consultadas no endereço descrito na Seção 3.1, no qual as publicações mostram quais materiais foram produzidos com as peças recicladas a partir do material utilizado que foram descartados pelas empresas e pessoas.

**Tabela 2:** Técnicas identificadas nas publicações

| ID | Material Utilizado   | Material Produzido  |
|----|--|---|
| P1 | Periféricos eletrônicos tirados de computadores  | Desenvolvimento de robôs voltados para fins educacionais  |
| P2 | Carcaças de gabinetes de computadores e de aparelhos de CD/DVD   | Sinalizador eletrônico para indicação de parada de ônibus   |
| P3 | Computadores funcionais, mas com perfil obsoleto, devido ao baixo poder de processamento e baixa capacidade de memória   | Computadores reutilizados em um evento através da criação de quiosques digitais   |
| P4 | Fontes de alimentação de computadores e nobreak de órgãos públicos e privados. Essas fontes passaram por uma triagem, onde as que apresentaram problemas foram restauradas ou retiradas as peças | Fontes que foram recuperadas ou não apresentaram problemas foram doadas à Telecentros (locais comunitários que trabalham com inclusão digital). As peças foram encaminhadas à instituições que trabalham com reciclagem |
| P5 | Baias de gabinetes, placas eletrônicas, teclado de computadores, placa mãe e ventilador (cooler)   | Luminária, lixeira, revestimento, bolsa, objetivo decorativo e relógio de parede  |

|     |   |  |
|-----|---|--|
| P6  | Computadores apreendidos em operações policiais   | Recondicionamento de novos computadores que foram doados para instituições educacionais  |
| P7  | Parte de uma impressora Rima XT 180   | Criou a estrutura de um braço mecânico (automação)   |
| P8  | Computadores funcionais e não funcionais  | Reaproveitamento e encaminhamento correto de lixo eletrônico   |
| P9  | Placas de circuito impresso   | Revestimento de parede   |
| P10 | Computadores funcionais e não funcionais  | Reutilização e reciclagem de computadores  |
| P11 | Teclados, monitores, disquetes e CDs  | (i) Teclas: pulseira, anel, chaveiro, cordão com pingente, bolsa, pulseira, capa de agenda, porta trecos, porta-retratos, brincos, pingente, marcador de mapas e relógio; (ii) Disquete: vaso de plantas pequeno, bolsa, bloco de anotações e porta-retratos; (iii) Monitores: vaso de plantas grande e (iv) CDs: cortina          |
| P12 | Peças de celulares, computadores e impressoras  | Quadros e esculturas   |
| P13 | Descreve os procedimentos que devem ser realizados para a reciclagem de eletrônicos, desde a divulgação (através de palestras e debates), formação de pontos de coletas até como fazer a triagem e desmontes (através de oficinas e cursos) | (i) Diversos Componentes: caminhão de lixo; (ii) Mouse: carrinhos; (iii) Placas de Circuito: capas de agendas e cadernos; (iv) Gabinete: quadros; (v) Monitores: quadros, lixeira e porta livro; (vi) Web Cam: robô; (vii) Auto Falante: portas treco; (viii) Cooler: chaveiros; (ix) LEDs: brincos e (x) Disquete: porta-retratos |
| P14 | Teclas de computadores, celulares, lixo eletrônico, máquinas de lavar, chips e memórias   | Obras de arte, robôs, esculturas, colares e acessórios   |
| P15 | Chips, placa de circuito impresso, peças e caixas de relógios mecânicos, engrenagens de celulares, teclas de celular e computador   | Colares, braceletes e anéis  |
| P16 | Placas de memória de computador, películas, telas de LCD e outros materiais eletrônicos   | Anéis, colares, brincos e pulseiras, artigos de decoração e peças de artesanato  |
| P17 | Disquetes, fitas VHS, polaroides e fitas cassete  | Obras de arte produzidas com os objetos que eram colados nas telas   |
| P18 | Cabos, placas de circuito de computadores e metais  | Obras de arte, esculturas, painéis e acessórios (tecnológicas)   |
| P19 | Cabos, placas e CDs   | Quadros, lixeiras e escultura de avião   |
| P20 | Peças de computadores em geral  | Fabricação de esculturas   |
| P21 | Mouse e teclado   | Porta-retratos, imãs de geladeira, porta-pincéis, capa de agenda e objetos de decorações   |
| P22 | Peças de computadores em geral e CDs  | Artes em geral e mosaicos  |
| P23 | Circuito eletrônicos, disquetes, placas, baterias de relógios e várias outras peças de computadores   | Motocicleta, cabra e pulmão aranha, robô, cavalo, tartaruga, galo, peixe e flores  |
| P24 | Parafusos, relógios analógicos e lixo eletrônico  | Motocicletas, robôs, esculturas, bicicleta, entre outros.  |
| P25 | Teclados, circuito impressos, mouses, fones de ouvido, ipads, celulares, telefones headset, cabos USBs, disquetes e CDs   | Quadro   |
| P26 | Lixo eletrônico   | Carrinhos, bonecos decorativos e motos   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
| P27 | Equipamentos e componentes eletrônicos                       | (i) Teclas: abotoaduras, grampos de cabelo e ímãs de geladeira; (ii) CDs: relógios; (iii) Disquetes e Floppy Disks: cadernetas e (iv) Placas de Circuito: relógios, bijuterias e álbuns de fotos |
| P28 | CDs, teclados quebrados, cabos coloridos e placas-mãe        | Produção de bancos ( <i>puffs</i> )  |
| P29 | Teclas de computadores e monitores antigos                   | Vasos de plantas e cavalo marinho  |
| P30 | Hard-disk, placa-mãe, memórias de computador e processadores | Bonecos, aranhas, caranguejos, pássaros e motocicletas   |
| P31 | Lixo eletrônico  | Quadros, brincos, pingentes e anéis  |
| P32 | Lixo eletrônico  | Reutilização e reciclagem de computadores para doação à comunidades carentes   |

#### 4. Considerações Finais

A TI Verde é um dos assuntos mais explorados nos últimos três anos e consiste em práticas voltadas para o uso correto dos recursos de Tecnologia da Informação, sendo suas principais práticas a economia de energia e de papel, a virtualização de servidores, o descarte e reciclagem de equipamentos.

Neste contexto este trabalho procurou as principais práticas da TI Verde, em relação ao consumo de energia e descartes de equipamentos eletrônicos, como referência de sustentabilidade ambiental. Para isso foram realizados os seguintes passos: (i) Análise do conhecimento e aplicação da TI Verde nas empresas desenvolvedoras de software que atuam na cidade de Manaus; (ii) Realização de uma pesquisa em sites de empresas que desenvolvem software e entidades governamentais que propõem ou divulgam as práticas da TI Verde e (iii) Identificação de técnicas utilizadas para reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos.

Como resultado do passo (i) foi possível observar que os gerentes das empresas não têm muito conhecimento do termo e nem das práticas de TI Verde. Porém as empresas concordam que as práticas de utilizar equipamentos eletrônicos de forma ecológica são importantes e é necessário fazer campanha de conscientização para que os funcionários adotem este tema.

Como resultado do passo (ii) foi possível observar que são poucas as empresas que conhecem as práticas de TI Verde. No entanto adotam práticas de outra forma de sustentabilidade, como por exemplo, reaproveitamento de água; adoção de uma política de energia renovável; desenvolvimento de projetos que visam incentivar a consciência sustentável, a educação socioambiental e a reciclagem de resíduos; palestras sobre sustentabilidade aos seus funcionários/comunidade e construções sustentáveis.

Com relação ao passo (iii) foi possível identificar 32 publicações que citavam técnicas utilizadas para a reciclagem de computadores e periféricos eletrônicos obsoletos. Dentre essas técnicas podemos citar: condicionamento do material eletrônico coletado, fabricação de peças de decoração (quadros, porta-retratos, vasos e chaveiros) e bijuterias (colar, anéis e pulseiras), artigos de arte, dentre outros.

Este trabalho teve como principal contribuição mostrar práticas da TI Verde objetivando incentivar as empresas a desenvolverem projetos que adotem essas práticas em relação aos descartes de equipamentos eletrônicos como referência de sustentabilidade ambiental. Além disso, conscientizar o uso de recursos naturais em nosso planeta como os minerais (usados na fabricação de gabinetes, processadores, memórias e displays) e estimular a comunidade a fazer uso do reaproveitamento de peças ou condicionamento de computadores.

## Referências

- BRAYNER, F.; BRAYNER, P.; RAMOS, P. **TI Verde: Sustentabilidade na Área da Tecnologia da Informação**. Simpósio Nacional de Saúde e Meio Ambiente, 2013
- CAPRA, F. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão dos Sistemas Vivos**. São Paulo: Editora Cultrix, 1997.
- CRUZ, T. **A Indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação e a Sustentabilidade Ambiental**. 2010. Disponível em <<http://www.slideshare.net/tiagosist/a-industria-de-tecnologia-da-informaoecomunicao-e-a-sustentabilidade-ambiental>>. Acesso em: 9 jan. 2016.
- GERBASE, A.; OLIVEIRA, C. **Reciclagem do Lixo de Informática: Uma Oportunidade para a Química**. Revista Química Nova, v. 35, n. 7, 2012.
- INSTITUTO AKATU. **Computadores de Cabeça Quente**. 2011. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/Temas/Energia/Posts/Computadores-de-cabeca-quente>>. Acesso em: 02 jan. 2016.
- BRUNDTLANDT, G.; KHALID, M. **Relatório Brundtland e a Sustentabilidade**. 1987. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/91>>. Acesso em: 27 set. 2016.
- PHELIPE, A. **Na onda da TI Verde**. 2010. Disponível em <[http://www.bhtimagazine.com.br/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&cid=906:tendencias&id=166:na-onda-da-ti-verde&Itemid=99](http://www.bhtimagazine.com.br/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=906:tendencias&id=166:na-onda-da-ti-verde&Itemid=99)>. Acesso em: 16 jan. 2016.
- PINTO, T.; SAVOINE, M. **Estudo Sobre TI Verde e sua Aplicabilidade em Araguaína**. Revista Científica do ITPAC, v. 4, n. 2, 2011.
- REISSWITZ, F. **Análise de Sistemas: Tecnologia e Sistema da Informação**. Editora Clube de Autores, v. 1, 2012.
- ROESCH, S. **Projetos de Estágios e de Pesquisa em Administração: Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertação e Estudos de Caso**. 3a ed. São Paulo: Atlas, 2007.