

TI VERDE: 24 ANOS TRANSFORMANDO A COMPUTAÇÃO EM UMA ATIVIDADE MAIS SUSTENTÁVEL

GREEN IT: 24 YEARS MAKING COMPUTING MORE SUSTAINABLE

Larissa Cardillo Acconcia Dias*

RESUMO

A computação é uma atividade que promoveu uma transformação mundial em praticamente todas as áreas do conhecimento. A programação de computadores é considerada atualmente um conhecimento indispensável para o desenvolvimento de qualquer área do conhecimento. A iniciativa chamada *energy star* promovida pela *U.S. Environmental Protection Agency* é considerada o início da preocupação das áreas envolvidas com a Tecnologia da Informação com os danos ambientais causados por suas atividades, que se mostra um assunto importante já que afeta praticamente todas as áreas do conhecimento. Desde então esta área vem se desenvolvendo e ampliando seus resultados por todo o mundo. Universidades no Brasil têm adotado ao menos uma disciplina voltada para o assunto buscando conscientizar os profissionais recém-formados da área de TI para os problemas causados por práticas de desenvolvimento que não apresentam nenhum viés sustentável. Considerando o cenário apresentado, este trabalho de pesquisa tem como objetivo principal apresentar esta área de pesquisa, sua evolução e também os principais desafios enfrentados em sua evolução ao longo dos 24 anos de sua criação.

Palavras-chave: Ti Verde. Sustentabilidade. Sistemas de Informação. Computação Verde.

ABSTRACT

Computing is an activity that has promoted a worldwide transformation in several areas of knowledge. Computer programming is currently considered an indispensable knowledge for the development of any field. The initiative called *energy star* promoted by the U.S. Environmental Protection Agency is considered the beginning of the concern of the areas involved with Information Technology with the environmental damages caused by its activities, which is an important issue since it affects all research fields. Since then this area has been developing and expanding its results all over the world. Universities in Brazil have adopted at least one discipline focused on the subject, seeking to raise the awareness of the newly graduated IT professionals to the problems caused by development practices that have no sustainable bias. Considering the presented scenario, this research work has as main objective to present this area of research, its evolution and the main challenges faced in its evolution during the 24 years of its creation.

Keywords: Green IT. Sustainability. Information Systems. Green Computing.

* Universidade de São Paulo (USP) – Laboratório de Robótica Móvel (LRM). macdias@icmc.usp.br

Introdução

Atualmente é possível considerar que a computação é uma atividade que influencia o desenvolvimento da ciência em praticamente todas as áreas do conhecimento. Dessa forma, os provedores de serviços computacionais estão crescendo em um ritmo acelerado e necessitando de um espaço cada vez maior para operar. Apesar da computação em nuvem estar adquirindo um espaço cada vez maior na vida das pessoas, estes dados precisam ser armazenados em servidores instalados nestes grandes locais que possuem um tamanho considerável produzindo lixo eletrônico em grandes quantidades e consumindo grandes quantidades de energia, ou seja, gerando um impacto ambiental muito grande.

Apesar da situação atual, o impacto ambiental de componentes eletrônicos começou com o início da utilização de aparelhos eletrônicos e cresce quase que desenfreadamente até hoje. As principais consequências ambientais estão sendo noticiadas com frequência atualmente, pois o problema está fugindo do controle de uma forma que está obrigando a iniciativa pública e privada a trabalharem juntas para reverter a situação que pode acabar com os recursos naturais do planeta em pouco tempo. Um relatório da *World Wildlife Fund* relatou que caso a degradação ambiental continuasse da forma que era em 2002, seria necessário colonizar dois planetas em 2050 já que os recursos naturais estariam esgotados. Neste mesmo relatório é indicada a diminuição, entre 1970 e 2002, de 12% da área ocupada por florestas, a biodiversidade do oceano diminuiu em 33% e os ecossistemas de água doce diminuíram 55%.

Esse impacto é causado em grande parte pelo consumo de energia e pelo volume de lixo eletrônico produzido. A geração de energia possui diversas alternativas “limpas”, porém a maioria dos processos ainda utiliza uma grande quantidade de água que na maioria das vezes não pode ser reaproveitada. No caso das hidrelétricas um grande impacto ambiental é causado pelas regiões alagadas para formação do reservatório que, após a instalação da usina, muda o ecossistema da região de forma permanentemente (HEETER et al., 2014).

O lixo eletrônico é composto por diversos materiais que poluem o meio-ambiente. Um exemplo comum é o tubo de raios catódios que possuem uma concentração alta de chumbo e sulfitos de zinco utilizados para obter as cores do monitor. O grande problema é o acúmulo deste tipo de lixo porque a evolução da área é muito rápida e os equipamentos ficam

obsoletos facilmente o que gera um descarte muito grande. Na Europa são descartados 100 milhões de celulares por ano, sendo que no mundo somente 15% a 20% deste lixo é reciclado e o resto é depositado em aterros ou incinerado atingindo a atmosfera e o solo (USPA, 2012). Um grande problema gerado pelo lixo eletrônico é que países em desenvolvimento são normalmente alvo de despejo de lixo eletrônico de países desenvolvidos, que disfarçam a situação utilizando as trocas de matéria-prima como justificativa. Os materiais encontrados no lixo eletrônico como cobre, prata, ouro e outros metais causariam menos impacto de fossem reciclados, porém como são descartados a obtenção se dá apenas com a mineração que é uma atividade muito impactante para o meio ambiente (SILVA, 2007).

Analisando esta situação se fez necessário o desenvolvimento de novos processos que considerassem o impacto causado no meio-ambiente na produção e utilização de dispositivos eletrônicos, bem como a aplicação de critérios ecológicos e sustentáveis (como a prevenção da poluição, gestão de produtos, utilização de tecnologias limpas) para a criação, abastecimento, utilização e descarte de equipamentos de infraestrutura da parte de Tecnologia de Informação de empresas. Além disso, as práticas empresariais de gerência de pessoas que impactam direta e indiretamente no meio ambiente devem ser revistas. O conjunto de iniciativas neste contexto foi chamado de Tecnologia da Informação Verde, Computação Verde ou também Sistemas de Informação verdes.

O objetivo principal deste trabalho é, portanto, apresentar os conceitos básicos de sustentabilidade (que são negligenciados pela maior parte dos profissionais da área de TI e também de TI Verde), apresentar o histórico da criação e desenvolvimento da TI Verde considerando suas principais iniciativas e, por fim, apresentar os desafios da área e as soluções propostas até o momento. Este trabalho pode ser utilizado então como referência básica para ingressantes e interessados no desenvolvimento de pesquisas na área de TI Verde.

1 Sustentabilidade em Empresas

Sustentabilidade é um termo que possui diversos significados e que tem se modificado ao longo do tempo. Sua ideia principal é o equilíbrio entre a vida humana e a natureza de forma que o ser humano possa sobreviver de forma segura saudável e produtiva. Esta percepção se deu após a segunda guerra quando o homem percebeu que os recursos

naturais eram finitos e caso fossem utilizados de forma inconsequente poderiam acarretar na extinção da raça humana (CUNHA; GUERRA, 2003).

As primeiras iniciativas corporativas para sustentabilidade são antigas. Como exemplo podemos citar as tentativas de obter combustível a partir de plantas feitas por Henry Ford na época da produção do Ford Model T (RENNIE, 2008). Após a guerra muitas pessoas perceberam que o caminho era preservar a natureza e o conceito foi sendo expandido até que nos anos 60 aconteceram as primeiras manifestações de cunho ambientalista com objetivo de alertar sobre o desenfreado crescimento econômico e a degradação da natureza.

O conceito de sustentabilidade simplificado pode ser visto na Figura 1. A figura apresenta três eixos principais para o conceito de sustentabilidade sendo que são: os objetivos econômicos, objetivos sociais e objetivos ambientais.



Figura 1 – As três linhas principais da sustentabilidade.

Fonte: World Resources Institute

Os objetivos sociais se dividem em igualdade e poder para a sociedade, a possibilidade de mobilidade social, a coesão social, a identidade cultural e o desenvolvimento institucional. No caso do meio-ambiente a integridade do ecossistema, do clima, a capacidade de dar suporte ao ser humano e a manutenção da biodiversidade. Já os objetivos econômicos preveem o crescimento e a eficiência do sistema econômico. Como é possível notar o conceito de sustentabilidade está longe de abordar apenas o meio-ambiente.

Alguns conceitos são relacionados diretamente com sustentabilidade, dentre eles é possível citar os principais relacionados à empresas:

- Gestão sustentável: a capacidade para gerenciar a empresa, comunidade ou país, através de processos que valorizam e recuperam todas as formas de capital, humano, natural e financeiro.
- Sustentabilidade como parte da estratégia das organizações: o conceito de sustentabilidade está diretamente relacionado com a responsabilidade social das organizações. Além disso, a ideia de sustentabilidade adquiriu contornos de vantagem competitiva. Isso permitiu o crescimento de alguns mercados, como por exemplo, o mercado das energias renováveis. Normalmente as empresas possuem uma estratégia econômica e uma estratégia social, enquanto deveriam ter apenas uma estratégia.
- Investimento sustentável: é uma disciplina de investimento que considera a governança corporativa ambiental e social como um critério para o investimento com retorno e impacto social. Este tipo de investimento pode ser exemplificado por: hospitais e faculdades de medicina que não investem na indústria de cigarros, casas de crédito com política de serviços para pequenas e médias comunidades, indivíduos que investem em fundos de empresas que priorizam o trabalho assalariado e práticas ambientais.

A certificação de empresas sustentáveis ocorre por meio do ISO 14000 que foi resultado da conferência RIO-92. O ISO 14001 especifica um framework de controle para um sistema de gerenciamento ambiental através do qual qualquer empresa pode ser certificada por um terceiro. A implantação do ISO 14001 é baseada no método planejamento-execução-verificação-atuação. O planejamento envolve a identificação de todos os elementos do processo de produção que possam interagir com o meio-ambiente visando elaborar os objetivos da empresa em direção à implantação do sistema de gerenciamento ambiental. Na fase de execução a empresa implementa os processos e procedimentos que são descritos em um único procedimento documentado que é enviado ao controle de operações (neste momento também é importante implantar a comunicação entre todos os setores da empresa já que todos os funcionários devem estar envolvidos no processo).

Para que seja executada a parte de verificação, o desempenho da empresa é monitorado e medido periodicamente para garantir que os objetivos estão sendo alcançados

(MARTIN, 1998). Auditorias internas também são realizadas em intervalos planejados para avaliar se o sistema de gerenciamento sustentável está atingindo as expectativas do usuário e se os processos e procedimentos estão sendo adequadamente mantidos e monitorados. Após a fase de verificação a fase de atuação irá revisar os objetivos e verificar se estão sendo atingidos, além de avaliar as implicações legais para expansão do sistema de gerenciamento sustentável.

Ao final do processo, a certificação ISO 14001 encoraja a empresa a continuar expandindo o sistema de gerenciamento para todos os departamentos da empresa. Esta expansão ocorre basicamente de três formas: expandindo o número de departamentos cobertos pelo sistema de gerenciamento; aumentando o número de processos, procedimentos, recursos e atividades englobados pelo sistema de gerenciamento; e uma melhoria na organização estrutural do framework do sistema, bem como a acumulação de know-how em lidar com questões econômico-ambientais.

Segundo Barbieri (2015), uma empresa sustentável madura de negócios sustentáveis possui seis características básicas:

- Uma empresa que obtém de sua produção benefícios financeiros para a empresa, melhorias para o meio ambiente e incentivos sociais para seus empregados e membros da comunidade local (sendo os três de mesmo impacto)
- Tecnologias e conhecimentos baseados no meio-ambiente, no sentido de aumentar a produção de alimentos, melhorar o aproveitamento energético, construção de objetos, condução de projetos de cura de doenças.
- Produção de apenas dois tipos de produtos: produtos de serviço que são duráveis e quando não exercem mais sua função são retornados ao fabricante para serem reciclados e entrarem no processo de fabricação dos novos produtos; e produtos de consumo que são produtos de curta vida útil feitos de matéria-prima biodegradável.
- Utilização de energia vinda apenas de tecnologias sustentáveis de produção de energia como solar, eólica e geotérmica.
- Trabalho em parceria com empresas locais e com a economia local em uma rede densa de sociedade e colaboração.

- Processo contínuo de melhorias nos processos e produtos da empresa para manter as características sustentáveis.

As implantações das práticas de negócio sustentáveis podem impactar nos lucros da empresa, e para tanto, devem possuir limites bem definidos. No início muita incerteza pode surgir, porém a sustentabilidade é bem vista por funcionários, clientes e acionistas atualmente. Existe até uma relação de correlação positiva entre o desempenho ambiental e econômico (SNEIRSON, 2009). Quando o plano de negócios da empresa é fundamentalmente não-sustentável, se transformar em uma empresa realmente sustentável pode ser um processo complexo e exigir uma mudança no plano de negócios da empresa. Uma pesquisa de 2003 mostra que a demanda por produtos verdes cresceu 27% em relação aos consumidores de produtos em geral. Além disso políticas sustentáveis podem atrair bons profissionais e também reduzir impostos.

2 Computação e TI Verde

A computação verde pode ser definida como o estudo e a prática de uma computação, ou gerência de Tecnologia da Informação sustentável. A ideia principal é produzir, utilizar e descartar materiais relacionados à computação de forma eficiente, minimizando o dano ambiental. Os principais objetivos da computação verde são a diminuição de materiais tóxicos, maximizar a eficiência energética dos produtos e, também, a geração de produtos recicláveis ou biodegradáveis.

Em 1992 a agência de proteção ambiental dos Estados Unidos criou um programa voluntário de rotulagem que foi projetado para identificar e promover produtos energeticamente eficientes para reduzir a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa. Os primeiros equipamentos rotulados foram computadores e monitores que recebiam uma etiqueta semelhante as apresentadas na Figura 2. Em 1995 o programa foi estendido para outros equipamentos de escritório e condicionadores de ar domésticos. Atualmente o programa está em diversos tipos de equipamentos.



Figura 2 – Etiquetas do programa *energy star*.

O relatório, apresentado pela *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD), em 2009, sobre políticas de acesso e programas sobre a Tecnologia de Informação e Comunicações (ITC) e o meio ambiente, analisou 92 programas governamentais e iniciativas de empresas em 22 países.

O relatório analisou 92 programas governamentais e iniciativas de empresas em 22 países. Estes programas possuem como objetivo principal a redução de consumo de energia e emissão de *CO2* durante a utilização de soluções de ITC. Um quarto do total de iniciativas possui objetivos com relação a diminuir o descarte de equipamentos e utilizar aplicações de ITC para redução da emissão de *CO2* durante sua utilização. Impactos no meio ambiente relativos a biodiversidade, utilização de água e espaços são raramente considerados objetivos das empresas (KOUNATZE, 2009).

Dentre as iniciativas mais desenvolvidas entre os 92 programas analisados é possível citar:

- Estímulo em pesquisa e desenvolvimento com inovação: a criação de soluções mais inteligentes como *smart phones*, *smart buildings* e *smart transportation*. Este estímulo também pode ocorrer com incentivos do governo com relação à criação de parcerias entre universidades e empresas. Com relação a estas iniciativas, o setor privado foca em troca de informações sobre a diminuição do consumo de energia através de novas tecnologias, iniciativas de TI com foco na manutenção climática e utilização inteligente de recursos de TI.
- Aumentar a difusão da TI Verde e suas aplicações: esta difusão ocorre em conferências e encontros onde são compartilhadas as melhores práticas e desenvolvimento que utiliza ferramentas de verificação para adquirir e manter selos e padrões verdes. O governo também possui seu papel neste cenário

promovendo iniciativas de teleconferências, comércio eletrônico e gestão eletrônica. Na iniciativa privada podemos destacar os *Green Data Centers* que utilizam energia limpa considerando a maior economia possível além de tentar reduzir ao mínimo o lixo eletrônico com a reutilização de componentes.

- Conscientização: as iniciativas mais importantes são relacionadas à conscientização de consumidores e usuários do setor de TI sobre a necessidade de se adotar práticas verdes, e o impacto ambiental da área.
- Otimizar cadeias de valores em ICT: poucas iniciativas privadas focam neste aspecto, que trata da redução do consumo de energia e da utilização de recursos na cadeia de suprimentos da área de TI, mais especificamente em sua produção e distribuição.

No geral, ainda é necessário um maior número de iniciativas para desenvolver e aplicar políticas claras e mensuráveis para alavancar a área de TI verde e melhorar seu desempenho. As técnicas aplicadas devem melhorar a questão em todo o ciclo de vida de todos os processos envolvidos em TI e não somente em partes deles. Estas iniciativas são resumidas na Figura 3.

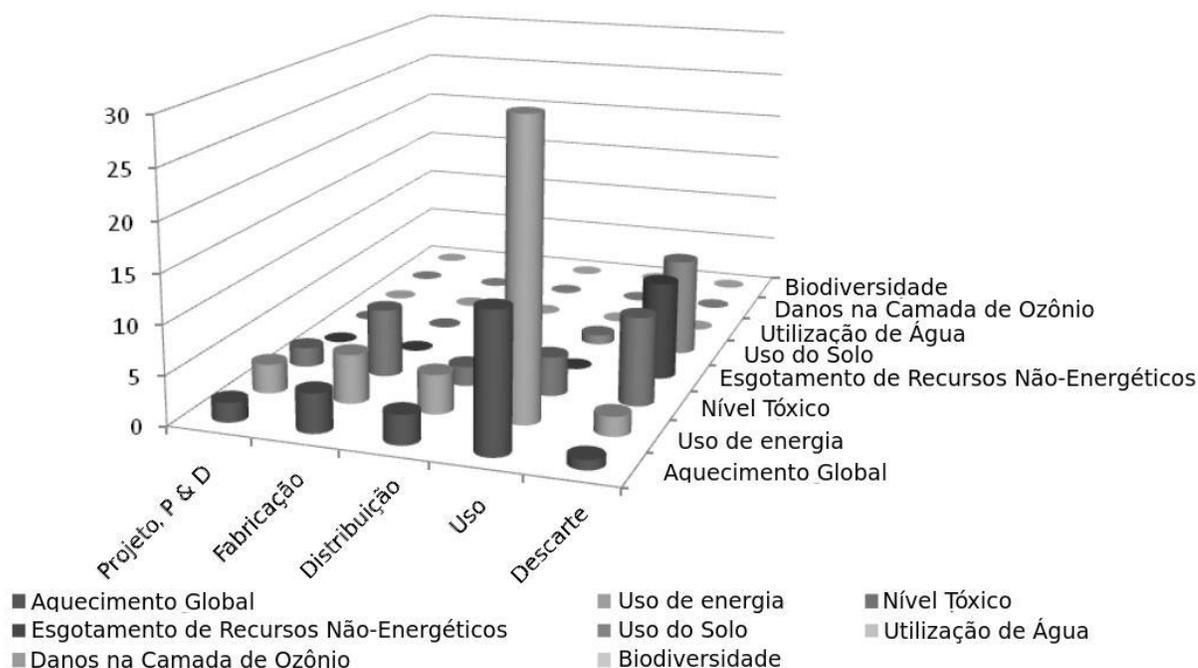


Figura 3 - Número de programas governamentais com foco em efeitos diretos de atividades de TI por parte do ciclo de vida e categoria de impacto ambiental.

Fonte: Adaptado de Kounatze (2009)

No ano de 2008 o governo do Estados Unidos estabeleceu em nível nacional os programas de reciclagem de computadores obsoletos e equipamentos eletrônicos. Este programa prevê uma taxa paga quando o produto for vendido no varejo ou uma garantia que a fabricante vai recolher o produto que for descartado. Em 2010 o presidente Obama tornou constitucional o ato americano de recuperação e reinvestimento que transfere 90 bilhões de dólares para investimento em iniciativas verdes. Uma porcentagem significativa deste dinheiro foi investida pelo departamento de energia americano em projetos para melhorar a eficiência energética no país, incluindo pesquisas para otimização dos hardwares e softwares de *datacenters*¹.

Na indústria de TI diferentes iniciativas foram desenvolvidas para adequar empresas aos conceitos e necessidades da TI Verde. Com relação à *benchmarks* duas iniciativas podem ser descritas: o TPC² (*Transaction Processing Performance Council*) fundado em 1988 para prover ao mercado um banco de dados sobre diversos benchmarks recentemente permitiu a publicação adicional de resultados de consumo de energia juntamente com os resultados de desempenho; e também a criação do SPECpower³ que é o primeiro benchmark da indústria que mede o consumo de energia em relação ao desempenho de servidores. A lista *Green500*⁴ divulga um ranking de supercomputadores ordenados pelo seu consumo de energia, incentivando o desenvolvimento não só do poder de processamento, mas também da questão do consumo de energia.

Empresas de desenvolvimento formaram um consórcio chamado *The Green Grid*⁵. Este grupo é composto por diversas empresas da área de TI como AMD, APC, Dell, HP, IBM, Intel, Microsoft, Rackable Systems, SprayCool (adquirida em 2010 pela Parker), Sun Microsystems e VMware. O principal objetivo é melhorar a eficiência da infraestrutura de data centers. Com a missão de transformar o mundo em um local onde apenas eletrônicos sustentáveis são projetados, fabricados, utilizados e reciclados o *Green Electronic Council* foi criado⁶. A contribuição deste conselho é com relação ao entendimento, tanto por parte de

¹ <http://www.energy.gov/news2009/8491.htm>

² <http://www.tpc.org/>

³ http://www.spec.org/power_ssj2008/

⁴ <http://www.green500.org/>

⁵ <http://www.thegreengrid.org/>

⁶ <http://greenelectronicscouncil.org/>

fabricantes quanto por parte dos compradores, das questões principais sobre produtos sustentáveis que são a conscientização, o comprometimento e a ação de compra de produtos verdes.

Com relação ao desenvolvimento de software algumas medidas podem ser tomadas com relação à computação verde. A eficiência dos algoritmos afeta a quantidade de equipamentos necessários para um determinado sistema e existem muitas possibilidades de otimização quando os softwares são desenvolvidos. Um exemplo de um estudo de Alex Wissner-Gross, professor de física em Harvard, estima que uma busca normal realizada no site da empresa Google libera 7 gramas de *CO2* na atmosfera, sendo que a própria empresa diz que produz apenas 0.2 gramas⁷.

Uma pesquisa conduzida no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (KNIGHT, 2009) testou um algoritmo de alocação de energia que faz o roteamento de tráfego utilizando locais onde o custo energético é reduzido. Os resultados indicaram uma possibilidade de 40% de economia de energia caso o algoritmo fosse utilizado.

A virtualização é um assunto crítico e deve ser tratado com cautela na questão da TI Verde. Apesar de permitir que apenas um computador, consumindo uma quantidade de energia regular, pode contar diversos tipos de hardware sendo simulados em software, diversos computadores antigos estão virando lixo eletrônico pois não são mais necessários. Outra questão que encontra os mesmos problemas é a *cloud computing*. Apesar do armazenamento de dados ser concentrados em determinados datacenters pelo mundo, que podem ser até *green datacenters*, o problema apenas muda de lugar e não é resolvido. Não existe mágica no armazenamento de dados, os bits precisam ser armazenados em algum lugar. Outro problema também ocorre na infraestrutura para acesso a estes dados que é necessária e consome recursos naturais da mesma forma.

Por todo o mundo universidades que possuem cursos e programas de pós-graduação relacionados a áreas de TI estão incluindo a TI Verde em seus currículos. Alguns exemplos são: a Universidade Nacional Australiana (ANU) oferece a disciplina *ICT Sustainability* como parte da formação de profissionais de TI e cursos de engenharia em nível de graduação

⁷ <https://googleblog.blogspot.com.br/2009/01/powering-google-search.html>

e mestrado⁸. A universidade de Leeds na Inglaterra oferece um programa de mestrado em Computação Sustentável⁹ para estudantes tanto de tempo integral, quanto de tempo parcial.

Existem também diversas certificações sobre a computação verde como, por exemplo, o certificado de *Certified Green Computing User Specialist*¹⁰ (CGCUS) cedido pela *Green Computer Initiative* (GCI). Após analisar as iniciativas sobre TI Verde no mundo, a próxima seção apresenta dados sobre o que ocorre no Brasil.

3 TI Verde no Brasil

Uma das primeiras movimentações com relação à área de soluções sustentáveis no país foi o prêmio Eco Brasil. Ele foi criado em 1982 pela associação de empresas brasileiras ANCHAM. O prêmio reconhece empresas que adotam práticas socialmente responsáveis e gera uma reflexão sobre o desenvolvimento empresarial sustentável no país. Atualmente o prêmio está dividido em duas categorias: Sustentabilidade em Processos e Sustentabilidade em Produtos. Foi criado em 2011 um banco de práticas onde os trabalhos submetidos podem ser avaliados¹¹.

A bolsa de valores de São Paulo (Bovespa) criou o índice de sustentabilidade empresarial (ISE). Este índice cria um ambiente de investimento compatível com as demandas atuais da sociedade com relação à sustentabilidade e estimula a responsabilidade ética das corporações. O método implantado foi desenvolvido pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVCes) da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP). A Bolsa é responsável pelo cálculo e pela gestão técnica do índice¹². A Bovespa lança um documento com a seleção da carteira ISE a cada início de ano. Este guia é importante para investidores que se importam com a questão sustentável.

A maior movimentação no país pode ser vista em bancos como Itaú, Banco do Brasil e grandes empresas como a Unilever e a Cemig que é uma das maiores geradoras e distribuidoras de energia do país. Seus gerentes de TI concordam que existe a iniciativa,

⁸ <http://programsandcourses.anu.edu.au/course/COMP7310>

⁹ <http://www.mastersportal.eu/studies/47013/sustainablecomputing.html?retry=1>

¹⁰ <http://www.greendata.center/greenci/?q=node/21>

¹¹ <http://www.premioeco.com.br/history>

¹² <http://tinyurl.com/zof4avd>

porém os programas estão em estágio inicial já que as empresas ainda estão verificando como poderiam implantar os conceitos de TI Verde em seus processos e produtos¹³.

Em 2007 a empresa Motorola trouxe para o país o projeto Ecomoto. Este projeto distribuiu urnas nos serviços autorizados da fabricante no país para que os celulares, aparelhos eletrônicos e baterias cuja vida útil havia terminado fossem depositados. O objetivo é evitar que produtos tóxicos fossem descartados em qualquer local. Os produtos depositados são avaliados e caso seja possível são reciclados¹⁴.

A empresa HP do Brasil está constantemente recebendo prêmios por suas iniciativas sustentáveis desde 2011. O programa iniciado em 2006 desenvolve práticas e políticas que garantem que seu portfólio de produtos, serviços e soluções respeitem o meio ambiente em todo o ciclo de vida, atendam os mais altos níveis de qualidade e exigências dos clientes, fundamentado nas normas e regulamentações governamentais. No Brasil as iniciativas são: a economia circular promove a reciclagem de produtos HP por empresas locais que recebem auxílio do setor de pesquisa e desenvolvimento da empresa retirando o resíduo de seus produtos dos aterros sanitários, diminuição da emissão de gases do efeito estufa e gera empregos locais; o projeto resíduo 0 de 2013 visa o melhor processo de reaproveitamento ou reciclagem e reinserção de matéria prima em novos produtos ou insumos da cadeia produtiva HP, reciclando materiais de distribuição e testes; e também o programa que faz o rastreamento dos produtos fabricados a partir de materiais reciclados por RFID¹⁵.

Lunardi (2014) em sua pesquisa apresenta a informação de quais práticas são aplicadas por empresas do setor de TI no Brasil para se tornarem mais sustentáveis e se aproximarem da TI Verde. A tabela é apresentada na Figura 4.

A análise da tabela indica que existe um esforço na direção da implantação de TI Verde nas empresas, porém as medidas tomadas vão no caminho da conscientização e mudança nos serviços. Não existe um direcionamento para o desenvolvimento de práticas, processos e produtos sustentáveis nas empresas no Brasil. Esta é a mudança maior que deve ser implantada rapidamente.

¹³<http://tinyurl.com/h73dz6b>

¹⁴ <http://olhardigital.uol.com.br/noticia/motorola-traz-programa-de-ti-verdepara-brasil/2999>

¹⁵ <http://www8.hp.com/br/pt/hp-information/environment/programs.html>

Práticas de TI Verde	n
Práticas de conscientização	
campanhas de conscientização	15
fornecedores verdes	13
política de sustentabilidade	13
teletrabalho/vídeo conferência	7
prédio verde	3
comitês de sustentabilidade	1
análise de eficiência energética	1
Datacenter Verde	
consolidação de servidores	39
consolidação de <i>desktops</i>	15
modernização do <i>datacenter</i>	15
terceirização de servidores	3
Descarte e Reciclagem	
reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos	16
descarte correto	13
recolhimento de materiais	8
doação ou entrega de equipamentos	7
estímulo para os recicladores	4
leis de regulamentação	2
<i>trade-in</i> (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)	2
Fontes alternativas de energia	
uso de energias renováveis	9
aproveitamento do calor para outros fins	1
aproveitamento da água	1
Hardware	
equipamentos mais eficientes	25
substituição de monitores CRT por LCD	10
eliminação de componentes nocivos nos produtos	6
produtos novos com componentes reciclados	3
aumento do ciclo de vida dos produtos	2
Impressão	
terceirização de impressões	8
monitorar impressões	7
digitalização de documentos	6
impressão frente-e-verso	6
consolidação de impressoras	4
uso de papel reciclado	2
uso de multifuncionais	1
Software	
sistemas de gerenciamento de energia	9
aplicativos eficientes	7
sistemas de controle (emissão de gases, qualidade da água)	7
sistema para projetar produtos mais eficientes	1

Figura 4. Principais práticas de TI Verde adotadas por organizações

Fonte: Lunardi, 2014

Considerações Finais

Este trabalho de pesquisa apresentou a área de TI Verde e algumas de suas iniciativas privadas e governamentais pelo mundo. Foram apresentadas as principais regulamentações e selos verdes utilizados para identificar e classificar as empresas que adotam iniciativas sustentáveis. Também foram apresentadas as iniciativas voltadas para empresas da área de computação e, por fim, o estado da questão em algumas empresas no Brasil, bem como iniciativas voltadas para empresas no país.

A principal reflexão sobre a área é que as empresas estão se conscientizando e buscando adotar métodos, processos, soluções verdes e também precisam buscar a utilização de matéria prima renovável e produzir produtos que podem ser reciclados e compor novos produtos. O mundo caminha para momentos críticos com relação ao meio ambiente e todas as áreas que podem contribuir para uma situação melhor têm o dever de se comprometerem. A área de TI tem uma ampla atuação em diferentes áreas do mercado e já contribui com a TI Verde e pode contribuir ainda mais.

Referências

USPA. **Statistics on the Management of Used and End-of-Life Electronics**. US Environmental Protection Agency, 2012.

BARBIERI, J. C. **Responsabilidade social empresarial e empresa Sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2015.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

FOLADORI, G. Avanços e limites da sustentabilidade social. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 102, p. 103- 113, 2002. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/214>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

HEETER, J. et al. A Survey of State-Level Cost and Benefit Estimates of Renewable Portfolio Standards. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, International Association for Energy Economics (IAEE). Nova York, 2014.

KNIGHT, W. Energy-aware internet routing. **MIT Technology Review**. 2009. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/414771/energy-awareinternet-routing/>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

KOUNATZE, C. R. Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment. Organization for Economic Co-Operation and Development. **OECD Digital Economy Papers**, Paris, n. 155, p. 79, 2009.

KOUNATZE, C.R. Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment. Organization for Economic Co-Operation and Development.

LUNARDI, G. L.; SIMÕES, R.; FRIO, R. S. TI Verde: uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. **REAd. Revista eletrônica da administração**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 1-30, 2014.

MARTIN, R. **ISO 14001 Guidance Manual**, National Centre for environmental decision-making research: Technical Report, 1998.

RENNIE, E. Painting a Green Story. **APICS Extra**. v. 3, n. 2, 2008.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia** n. 8, p. 1-13, 2007.

SNEIRSON, J. Green Is Good: Sustainability, Profitability, and a New Paradigm for Corporate Governance. **Iowa Law Review**. v. 94, n. 3, p. 987-1022, 2009.