

TI Verde – A Tecnologia Aliada A Sustentabilidade Ambiental.

Denize Demarche Minatti Ferreira;UFSC.

Resumo: O conceito de sustentabilidade mostrou-se até recentemente centrado em alguns poucos temas, que obviamente tem relevância, mas faz parte de um contexto muito mais abrangente. O movimento da TI (Tecnologias da Informação) Verde consiste em cuidados que se refletem em benefícios ambientais; a redução do consumo de energia, da utilização de matérias primas que produzam impactos, de componentes e fundamentalmente a gestão e reaproveitamento dos resíduos tecnológicos. No mundo dos negócios é fundamental garantir a geração de lucro e a sobrevivência da empresa, onde acredita-se que sustentabilidade seja relativa exclusivamente ao meio ambiente. O mercado de TI, reconhecidamente o maior gerador dos resíduos tecnológicos e produtos com itens que contém altas taxas de componentes tóxicos necessita incorporar em suas discussões temas até então deixados de lado. O presente artigo é resultado de uma pesquisa bibliográfica sobre os impactos da TI no meio ambiente, os resíduos tecnológicos e seu potencial de reciclagem. Faz referência a gestão do conhecimento como estratégia na busca da sustentabilidade ambiental, esclarecendo que não envolve apenas o meio ambiente, mas sim um conjunto de processos que reúne organizações, pessoas, mudança de valores e atitudes, ressalta também a importância da TI como provedora de recursos estratégicos na geração e disseminação do conhecimento.

Palavras Chave: TI; TI Verde; Resíduos Tecnológicos; Gestão do Conhecimento; Sustentabilidade Ambiental.

GREEN IT – TECHNOLOGY ALLIED TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY.

Abstract: The sustainability concept showed up until recently focused on a few issues, which obviously has relevance, but its broader context part. The Green IT is to care that are reflected in environmental benefits, the energy consumption reduction, toxic products use, and management and reuse e-waste. In business is important to ensure the profit company generation and survival, where believed that sustainability is exclusively on the environment. The IT market admittedly the largest generator of the e-waste and products with items that contain high levels toxic components need incorporate into discussions. The article refers to IT environmental impact, e-waste and its recycling potential. It refers to as knowledge management strategy in the quest for environmental sustainability, and involves not only the environment but a series of processes that brings together organizations, values and attitudes changing, also emphasizes the IT importance as a strategic resources provider in of knowledge generation and dissemination.

Keywords: IT; Green IT; E-waste; Knowledge Management; Environmental Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente nos defrontamos com alertas cada vez mais urgentes sobre as conseqüências do aumento da demanda de energia e das emissões de gases na atmosfera, em especial os do efeito estufa. Os governantes, as empresas e a sociedade civil estão atentos à necessidade de aumentar sua eficiência energética. Todos têm entendimento que o crescimento e expansão dos negócios estão ligados ao aumento do consumo de energia e a demanda de recursos naturais. As preocupações ambientais assumem novo significado, pois começam bloquear a capacidade de crescimento das organizações. Desta forma, a sociedade deve apurar olhares e sentidos para perceber a importância do ambiente e assumir a discussão dos problemas ambientais como emergencial, visto que, os problemas, cada vez mais críticos, exigem a busca por alternativas de gestão para os negócios que promova sustentabilidade do meio natural e garanta qualidade de vida.

A evolução tecnológica que presenciamos nas últimas décadas provocou mudanças expressivas no que diz respeito à forma de pensar, agir e de se trabalhar. A revolução tecnológica proporcionou facilidades; temos disponibilidade e acesso imediato a inúmeras informações, o que facilitou a criação e disseminação do conhecimento. Presenciamos a concepção de um novo cenário, o uso de novas TI's (Tecnologias de Informação) e a exigência dos consumidores pautados numa política de preservação do meio ambiente passou a exercer constante pressão sobre as organizações exigindo adequação ao ritmo imposto pelo mercado; em nível estratégico, gerencial e operacional.

As demandas requeridas pela sociedade incluem melhor desempenho dos equipamentos a menores custos, no setor de TI podem ser citadas a produção de servidores mais rápidos, dispositivos de armazenamento de custo mais baixo e equipamentos de rede mais flexíveis. Os componentes que muitas vezes oferecem melhor desempenho podem

também demandar cada vez mais energia, e trazer associados a eles um aumento da concentração de calor, gerando sobrecarga em sistemas de resfriamento, comprometendo também a estabilidade operacional.

Os custos de energia têm aumentado, os equipamentos de TI necessitam de infraestrutura de economia energética, para que não se enfrente inadvertidamente uma crise econômica e operacional. Neste segmento há inúmeros desafios estratégicos a serem enfrentados, que além da eficiência energética somam-se a muitos parâmetros operacionais críticos que incluem disponibilidade, confiabilidade e *performance* dos equipamentos.

No que diz respeito à produção de resíduos dos equipamentos tecnológicos, torna-se urgente e necessário ações que minimizem o impacto do descarte destes. A sociedade atual vive num ciclo de consumo e frente à disponibilidade de equipamentos, não só de TI, cada vez mais modernos. A substituição dos produtos causará aumento no descarte, o que nos encaminha para duas linhas de pensamento, produção e descarte de resíduos em excesso; e aumento do número de máquinas. Nesse sentido, o artigo aqui proposto é resultado de uma pesquisa bibliográfica sobre a inegável influência dos equipamentos de TI como ferramentas disseminadoras de conhecimento, porém alerta que a substituição destes gera aumento incontrolável no descarte de resíduos advindos das máquinas ditas obsoletas, e que também está, direta ou indiretamente, associada ao aumento da produção dos gases estufa. Faz também referência de como a gestão do conhecimento pode servir de base para a gestão da sustentabilidade, esclarecendo que as preocupações com a preservação do ambiente devem ser compatíveis com a velocidade em que acontece o processo produtivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TI e TI Verde

A TI alterou o mundo dos negócios de forma irreversível e facilitou o acesso a informação. Os investimentos em TI em indústrias emergentes, como a dos computadores e periféricos, fizeram despontar algumas das maiores organizações comerciais do mundo. Para McGee e Prusak (1994) os investimentos em TI não criam mais vantagem ou produtividade por si próprios do que os investimentos em novo maquinário. Não é a tecnologia, mas sim seu uso, que cria valor adicional. O valor da TI depende da informação e do papel desempenhado por ela numa organização. Para os autores, desde que foi introduzida sistematicamente em meados da década de 50, a TI mudou a forma pela qual as organizações operam, o modelo de seus produtos e a comercialização desses também sofreram alterações de uma forma bastante radical.

Davenport (2002) afirma que estamos em meio a uma nova Era da Informática, que irá revolucionar a maneira como se trabalha, compete e até mesmo como se pensa. O fascínio que a tecnologia exerce nos homens nos fez esquecer o objetivo da informação: informar; os computadores de nada servirão se os usuários não estiverem interessados nas informações que esses podem gerar uma boa tecnologia não se traduz, necessariamente, em boa informação. O volume e a variedade da informação gerada, os vários propósitos a que se destina e as rápidas transformações requerem planejamento e controle em todas as atividades ligadas à geração e a disseminação dessas informações.

As empresas do setor de TI inovam cada vez mais, e não ficam indiferentes à questão da sustentabilidade, acompanham a onda de preocupação com o meio natural, fomentada pelos eventos ambientais ou ainda pelos relatórios da ONU que colocaram a sociedade em alerta, e fizeram com que as empresas traçassem estratégias para não serem apontadas como

co-responsáveis pela destruição do planeta. Nesse crescente movimento de *marketing* e de inflamados discursos, há que se destacar legítimas iniciativas no sentido de reduzir emissões gasosas e resíduos tecnológicos, além de reciclar materiais e de utilizar energia de forma eficiente. Tais iniciativas deram origem a TI Verde, que se preocupa com vários aspectos do problema ambiental. A sustentabilidade em evidência nos dias atuais deve ser observada de forma sistêmica, nesse sentido, as organizações não focam exclusivamente o problema ambiental. As empresas que pautam seus princípios na sustentabilidade devem ter um panorama completo que contemple: transparência e ética, cidadania corporativa, respeito com colaboradores, comunidade e evidentemente com o meio ambiente.

2.2 TI como ferramenta de suporte na gestão do conhecimento.

Rezende (2002) conceitua TI como recursos tecnológicos e computacionais para a geração e uso da informação, fundamentada nos componentes de *hardware* e seus dispositivos e periféricos; *software* e seus recursos; sistemas de telecomunicações e gestão de dados e informação. Para ele todos esses componentes interagem entre si e necessitam do componente fundamental que é o recurso humano (*peopleware* ou *humanware*), e, mesmo este não sendo parte integrante da TI, sem ele a mesma não teria funcionalidade e utilidade.

No cenário em que se encontram as organizações, é fundamental adotar formas de atuação que garantam alcançar e manter posição de mercado. O desenvolvimento de TI's vislumbram e possibilitam; a criação, o acesso e o compartilhamento do conhecimento e da informação, de modo a atender as necessidades de cada organização em particular. Santiago Jr e Santiago (2007) afirmam que a TI tem se tornado, cada vez mais um fator estratégico de competitividade e de sobrevivência das organizações, à medida que se nota aumento do seu grau de contribuição para as atividades desenvolvidas na empresa.

Os autores comentam que é possível fazer um paralelo entre TI, de forma geral, e o conhecimento, pois todas as organizações podem ter acesso às tecnologias, disponibilizadas, cada vez mais, a custos menores. A diferença limita-se ao fato de que apenas poucas empresas as utilizam forma efetiva e em toda sua potencialidade. É possível utilizar essa analogia também para o conhecimento, que é disponibilizado cada vez mais em quantidade e frequência tendo as TI's como seu maior recurso estratégico no que diz respeito à sua disseminação. Assim como para o conhecimento, utilizar as TI's de forma adequada certamente propiciarão melhores resultados à organização.

Ao enfocar a utilização das TI's como infra-estrutura de suporte à gestão do conhecimento, cabe lembrar que as ferramentas disponíveis para este fim devem ser utilizadas de forma adequada e nivelada a estratégia organizacional, aumentando assim sua competitividade. Nesse sentido, há que se recorrer ao uso dos sistemas de TI's para suportar a gestão do conhecimento. As ferramentas disponíveis como, por exemplo, as redes de computadores, transmitem informações e conhecimento de forma cada vez mais eficaz, e uma organização que dispõe e usufrui corretamente das mesmas, apresentam fluxos rápidos de conhecimento eliminando assim a hierarquia, fator importante para o sucesso das iniciativas de gerenciamento do conhecimento.

2.3 O conhecimento como estratégia na busca da sustentabilidade ambiental.

2.3.1 A gestão do conhecimento: Dado, informação e conhecimento.

Rezende (2002) define gestão do conhecimento como forma de administrar e aproveitar o conhecimento das pessoas na disseminação das melhores práticas para o crescimento de uma organização. Pode ser considerada como uma evolução da gestão da

informação, em que as preocupações são as formas de armazenamento, seleção e apresentação ou como um processo de aprendizado deve ser gerido, ou seja, o modo pelo qual as pessoas ensinam e aprendem. Também entendida como o processo sistemático de identificação, criação, renovação e aplicação de conhecimentos que são estratégicos numa organização.

Davenport (2002) defende uma abordagem ecológica para a gestão da informação, que enfatiza o ambiente da informação em sua totalidade, levando em conta valores e crenças sobre informação (cultura); como as pessoas realmente usam a informação e o que fazem com ela (comportamento e processos de trabalho); as armadilhas que podem interferir no intercâmbio de informações (política); e quais sistemas de informação já estão sendo instalados apropriadamente e por fim a tecnologia. Comenta que é difícil definir informação, e distinguir entre dado, informação e conhecimento. Para o autor, informação é um termo que envolve os três (dados, informação e conhecimento), e serve de conexão entre os dados brutos e o conhecimento que eventualmente se possa obter. Na prática é ainda mais difícil a distinção, pode-se elaborar um processo que inclua os três, e encontrar definições para estes termos numa organização parece ser um ponto de partida útil. Defini-los pode indicar em que a empresa concentra a energia de TI; se os dados que geram têm uma utilização real; se as hipóteses de estruturação da informação têm sentido, e se essa energia dispendida tem rendido dividendos.

Segundo ele da perspectiva da gestão da informação, é fácil capturar, comunicar e armazenar dados, as pessoas transformam dados em informação, e esta exige análise. Já conhecimento é a informação valiosa e difícil de gerenciar, diz-se que tem valor, pois está inserida num contexto, tem um significado ou foi interpretada, alguém lhe acrescentou sabedoria, considerando suas mais amplas implicações (Tabela 1).

Tabela 1: Diferenças entre dados, informação e conhecimento.

<i>Dados</i>	<i>Informação</i>	<i>Conhecimento</i>
Simples observações sobre o estado do mundo	Dados dotados de relevância e propósito	Informação valiosa da mente humana
Facilmente estruturado	Requer unidade de análise	Inclui reflexão, síntese, contexto
Facilmente obtido por máquinas	Exige consenso em relação ao significado	De difícil estruturação
Freqüentemente quantificado	Exige necessariamente a medição humana	De difícil captura em máquinas
Facilmente transferível		Freqüentemente tácito
		De difícil transferência

Fonte: Davenport (2002)

As ferramentas de TI facilitam a criação a partir de dados, o registro e o compartilhamento da informação/conhecimento, por permitir aos envolvidos na organização participar do processo a qualquer momento e independente de localização. Santiago Jr e Santiago (2007) dizem estar claro que a tecnologia pode alavancar também os processos de conversão do conhecimento – socialização, externalização, combinação e internalização (Nonaka e Takeuchi, 1997) – a partir do momento que permite a gestão deles tanto dentro da organização como fora de seus limites físicos, e apesar disso, sua aplicação deve estar

necessariamente integrada à estrutura organizacional e contar com a participação de todos os colaboradores.

2.3.2 A gestão do conhecimento como base para a gestão da sustentabilidade.

A industrialização trouxe desenvolvimento tecnológico, aumento de investimentos e giro de capital. No período da Revolução Industrial, as preocupações com a preservação do meio ambiente não eram compatíveis com a velocidade em que acontecia o processo produtivo. Recebemos a todo o momento sinais de que é urgente a necessidade de implementar medidas efetivas de preservação ambiental.

Os impactos ambientais negativos desestabilizam o meio natural causando alterações físico-químicas e biológicas. Na década de 70, tais impactos tornam-se mais evidentes, emergem alertas a população mundial de que é necessário compatibilizar crescimento econômico e preocupação com o meio ambiente. Desde então, a questão ambiental vem permeando debates em praticamente todas as nações do mundo. Nos anos 90, o movimento se torna forte, e a sociedade vigilante tem entendimento de que recebemos a todo o momento sinais de que obrigatoriamente devemos pautar as ações no modelo do desenvolvimento sustentável que "atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades", e que para que seja efetivo, a conservação deve orientar o processo de produção, minimizando a degradação ambiental.

Fialho *et al.* (2008) citam que a economia foi fortemente apontada como inimiga do meio ambiente até por volta de 1970. A produção em larga escala que promove a retirada excessiva de matéria prima da natureza, faz com que se extrapole a capacidade suporte dos ecossistemas. No campo econômico, a busca incessante do maior e mais imediato lucro faz com que haja produção de enormes quantidades de mercadorias em giro e produção também rápida. Assim, também em grandes quantidades e com muita rapidez se extraem recursos da natureza.

Os mesmos autores afirmam que a gestão do conhecimento deve ter por finalidade utilizar conhecimento para que, por meio do desenvolvimento de suas competências, possa incentivar as pessoas e empresas a promover o desenvolvimento de uma cultura voltada para o desenvolvimento sustentável. Essa conduta é direcionada para a criação, compartilhamento e disseminação do conhecimento da sustentabilidade. (Figura 1)

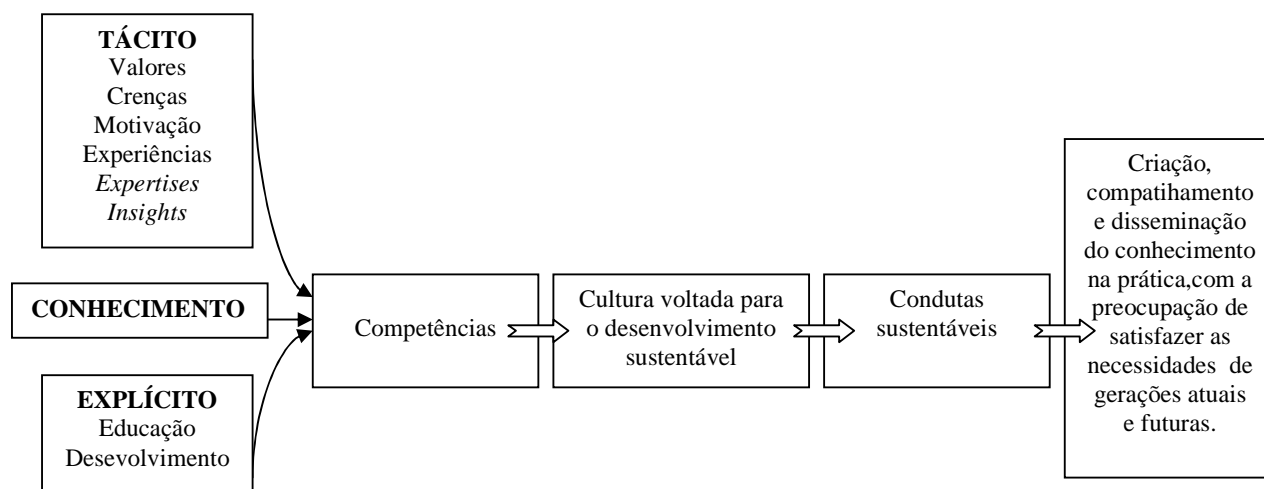


Figura 1: Modelo para a Gestão do Conhecimento da Sustentabilidade.
Fonte: Fialho *et al* (2008)

O modelo proposto pelos autores possibilitará:

- Formular estratégias e identificar as competências essenciais para desenvolvimento de uma cultura voltada para a sustentabilidade.
- Permitir que sejam identificadas as áreas da organização onde estão os processos intensivos em conhecimento que necessitam de práticas de gestão sustentável.
- Definir que instrumentos ou técnicas de gestão e de engenharia são mais apropriados para a realização de ações e desenvolvimento de condutas voltadas para a gestão do conhecimento da sustentabilidade.
- Identificar os impactos nas organizações e nas comunidades de uma gestão sustentável.

Nessa perspectiva é necessário informar a sociedade das inter-relações entre os seres e destes com o meio ambiente, bem como da exigência da preservação para a manutenção do processo produtivo. A afirmativa vem de encontro ao conceito de gestão do conhecimento da sustentabilidade que Fialho *et al.* (2008) definem como conjunto de saberes que, de forma direta ou indiretamente visa a evolução da relação sociedade-meio ambiente. Desta forma, pode-se ainda dizer que a gestão do conhecimento da sustentabilidade nos faz compreender o sentido que se estabelece entre modos de vida, relações de produção e suas ligações com o ser humano e com o ambiente natural, estabelecendo procedimentos da forma de produção e consumo, adequado à manutenção efetiva desta relação.

2.4. Impactos da TI no meio ambiente.

2.4.1 A perspectiva do gerenciamento de TI e os impactos ambientais.

As questões relacionadas aos problemas ambientais passaram a figurar no centro de debates não só acadêmicos, é hoje uma preocupação de toda a sociedade, alguns pesquisadores acreditam que o problema seja irreversível, assim o mundo começa a preocupar-se, e a tomar atitudes concretas para reverter ou, pelo menos tentar adiar esta situação. As organizações vão de encontro a isso e procuram adequar-se aos requisitos das Normas da Série ISO 14000, que especifica os requisitos para identificar, controlar e monitorar aspectos do meio ambiente, orientando como administrar e adequar seu processo produtivo à gestão ambiental.

Desde a Revolução Industrial, a humanidade utiliza maciçamente combustíveis fósseis para abastecimento dos meios de transporte, aquecimento de residências, nos processos produtivos e na geração de energia. Essa queima lança na atmosfera gases de efeito estufa, dentre os quais destaca-se o dióxido de carbono (CO_2). O aquecimento global é um fenômeno associado ao aumento das emissões dos gases provenientes dessas atividades, o que propicia a retenção das radiações infravermelhas e conseqüente elevação da temperatura média global. Os gases da atmosfera permitem a passagem das radiações solares de ondas curtas e retardam a passagem das radiações de infravermelhas de ondas longas refletidas pela superfície terrestre, mantendo a atmosfera aquecida. Este é um fenômeno natural e indispensável para a manutenção da temperatura da superfície terrestre.

Dados do IPCC¹ (2008) revelam que o CO_2 é responsável por mais de 80% da poluição que gera o aquecimento global. Os atuais níveis atmosféricos são maiores que em qualquer outro período nos últimos 420 mil anos, a maior parte do CO_2 vem de carvão, óleo e gás. Aproximadamente 97% do dióxido de carbono emitido pelos países industrializados do ocidente vêm da queima de carvão, óleo e gás usados para produzir energia, e em torno de 23 bilhões de toneladas são lançadas na atmosfera anualmente.

As condições térmicas da atmosfera e da superfície do solo determinam as temperaturas médias e extremas de determinada região, e ainda precipitações, ventos e outros fenômenos do clima. Para Barbieri (2007) as alterações climáticas por motivos antrópicos têm sido constantes, a derrubada de florestas, busca de espaços para agricultura, industrialização e assentamentos humanos provocam alterações no clima. Mudanças estas que são imperceptíveis em curto prazo, mas ampliam-se a ponto de inviabilizar determinadas atividades. Como nos outros segmentos, há forte tendência também na indústria de TI em levar as pessoas à substituição de seus PC's, um ciclo de consumo que implica em descarte de equipamentos ditos obsoletos. De acordo com Barul (2008) o departamento de TI da *General Motors do Brasil* descarta cerca de 1,4 mil computadores, 25 servidores e 400 celulares a cada ano, o que nos leva a duas linhas de reflexão; há produção de resíduos tecnológicos em excesso e extração de matéria prima para o processo de produção de novos equipamentos, que contribuem direta ou indiretamente com o aumento dos gases do efeito estufa.

Todas essas facilidades oportunizadas pelo desenvolvimento das TI's facilitam sobremaneira o acesso à criação, o registro e, a disseminação do conhecimento, que atualmente se mostra como diferencial competitivo. Assim, é cada vez mais crescente a aquisição de equipamentos mais eficientes na realização destas funções. Vasques (2007) coloca números que fundamentam a preocupação da sociedade em geral, é necessária 1,8 tonelada de materiais variados para a construção de um computador com monitor de 17 polegadas; entre água, combustíveis fósseis e produtos químicos. Cerca de 15% do efeito estufa causado pelas empresas, em geral, é oriundo de produtos e processos de computação eletrônica. Estimativas apontaram que até o final de 2007 foram considerados obsoletos 300 milhões de computadores, ou seja, a maior acessibilidade ao conhecimento pelas ferramentas

¹ PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

de TI aparece associada à sua rápida obsolescência e diminuição de valor, geram a necessidade de substituição dos equipamentos.

2.4.2 *E-waste* (resíduos tecnológicos) e a gestão do produto (composição física de computadores e índice de materiais recicláveis).

A contínua revolução tecnológica aliada ao capitalismo que impulsiona o consumo reflete na substituição de equipamentos num ritmo cada vez mais acelerado. Os avanços tecnológicos promovem o lançamento diário de novos produtos no mercado, a troca de eletroeletrônicos pela população sustenta uma indústria forte, que, contudo, acaba por prejudicar o meio ambiente, principalmente por falta de conhecimento por parte da população sobre o correto destino dos resíduos tecnológicos que Oliveira (2008) afirma ser de aproximadamente cinquenta milhões de toneladas anuais descartadas na natureza.

Pallone (2008) corrobora com os altos números de descarte de equipamentos de TI em desuso, quando informa as projeções da ABINEE² que apontam um crescimento de 18% na produção de telefones celulares em 2008, devendo atingir 78 milhões de unidades. Em 2007, foram produzidos 66 milhões de aparelhos. A popularização dos eletroeletrônicos e a rápida obsolescência dos modelos criam o mito da necessidade de substituição, que se torna quase obrigatória para os aficionados em tecnologia e para algumas profissões específicas.

O meio ambiente é severamente prejudicado pelo destino incorreto dos resíduos tecnológicos, na composição física um equipamento há presença de metais pesados (arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel) que além de contaminarem água e solo causam danos ao sistema nervoso, problemas pulmonares, osteoporose e câncer.

Oliveira (2008) afirma que os principais prejudicados pela produção/emissão destes são os países ditos subdesenvolvidos ou emergentes, o que pode ser explicado pelo fato de que os maiores consumidores de produtos eletroeletrônicos são as potências mundiais. Estes países utilizam como despejo de seu lixo as nações menos desenvolvidas para que reaproveitem os materiais principalmente circuitos eletrônicos e alumínio.

Contudo um equipamento de TI não é feito somente destes itens (Tabela 2) e quando a reciclagem não acontece, os resíduos ficam expostos em locais abertos contaminando o meio com substâncias tóxicas provenientes dos metais que entram na composição dos PC's.

Tabela 2: Composição física (materiais) de um computador em relação ao peso total.

Plástico	40%
Metais	37%
Dispositivos eletrônicos	5%
Borracha	1%
Outros	17%
Materiais recuperáveis	94%

Fonte: Bizzo (2008)

A preocupação em relação ao descarte de resíduos tecnológicos é relativamente recente na indústria eletroeletrônica. Para Bizzo (2008) as características operacionais da produção de eletroeletrônicos são:

- a. Produção de placas de circuito impresso.

² Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.

- b. Produção de componentes.
- c. Montagem dos componentes nas placas.
- d. Montagem do produto final.
- e. Acabamento e embalagem.

Desde os anos 70 foi crescente a preocupação em relação às questões do ambiente, na época alertava-se sobre os usos excessivos de produtos químicos e a contaminação que causavam. Com este movimento iniciou-se então uma grande onda que levava em conta toda e qualquer ação que pudesse causar maiores prejuízos ao meio natural. É notório que presenciamos fatos que necessitariam de maior rigor da lei, porém, mesmo ainda tímidas, as ações de gestão ambiental começam a criar robustez. Vivemos um período de vigilância, estamos diante de catástrofes que para alguns parecem ser resposta às constantes agressões sofridas pela natureza.

O volume de “entulho tecnológico” é cada vez maior, em 2004 estimou-se em 2 milhões de toneladas somente de plástico dentre outros materiais (Tabela 3). O ritmo de consumo é acelerado, segundo Pallone (2008) no final do ano passado, a estimativa do *Greenpeace*³ era de cerca de 50 milhões de toneladas. No Brasil, não se tem estimativas, mas o país segue a tendência mundial com o tempo médio de substituição de telefones celulares e computadores, bastante próximo dos países desenvolvidos: 3 anos para aparelhos celulares e 3 a 5 anos para uso comercial de computadores.

Tabela 3: Composição de um computador e a previsão de descarte em toneladas até 2004.

Plástico	2.000.000
Chumbo	600.000
Cádmio	1.000
Cromo	600
Mercúrio	200

Fonte: MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation*) apud Bizzo (2008).

Bizzo (2008) afirma que no setor produtivo eletroeletrônico, a gestão de resíduos necessita de atenção. Especificamente na produção de poluentes há que se observar: o tratamento e acabamento superficial, a sondagem de componentes, os resíduos plásticos e metálicos de manufatura e ainda as embalagens.

Ainda segundo o ponto de vista do mesmo autor a gestão ambiental na produção da indústria eletroeletrônica é relativamente simples, e o foco de pressões ambientais no segmento deixa de ser a gestão ambiental do produto do *site* de produção e passa a ser gestão ambiental do produto. Um equipamento de TI, como qualquer outro produto eletroeletrônico tem em sua composição física vários materiais que podem ou não serem passíveis de reciclagem (Tabela 4).

³ ONG criada em 1971 no Canadá com sede em Amsterdã (Holanda) que atua internacionalmente em questões ligadas ao meio ambiente.

Tabela 4 – Composição física de um computador e índice de materiais recicláveis.

<i>Material</i>	<i>% em Relação ao Peso Total</i>	<i>% Reciclável</i>	<i>Localização no equipamento</i>
Alumínio	14,172	80	Circuito integrado, solda, bateria.
Chumbo	6,298	5	Semicondutor
Ferro	20,471	80	Estruturas, encaixes
Estanho	1,007	70	Circuito integrado
Cobre	6,928	90	Condutivo
Bário	0,031	0	Válvula eletrônica
Níquel	0,850	80	Estrutura, encaixes
Zinco	2,204	60	Bateria
Berílio	0,015	0	Condutivo térmico, conectores
Ouro	0,016	98	Conexão, condutivo
Manganês	0,031	0	Estrutura, encaixes
Prata	0,018	98	Condutivo
Cromo	0,006	0	Decoração, proteção contra corrosão
Cádmio	0,009	0	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores
Mercúrio	0,002	0	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores
Sílica	24,880	0	Vidro

Fonte: MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation*) *apud* Bizzo (2008).

De posse destes dados, cabe ressaltar que a sociedade e as organizações devem se conscientizar da necessidade de ações baseadas nos princípios da sustentabilidade, coletar de forma seletiva estes resíduos e encaminhá-los a cooperativas ou empresas que trabalhem no desmanche e seleção dos materiais recicláveis. O primeiro passo, portanto é dar destinação diferente a cada tipo de material, partindo-se da premissa que inúmeros serão os entraves, visto que ainda não há legislação pertinente e que, uma grande parte da população ainda é insensível quanto aos problemas que causam ao meio natural e ainda serem pequenas as atividades de reciclagem neste segmento.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos neste artigo realizou-se pesquisa com base exploratória que proporciona maior familiaridade com o problema (GIL, 1998). O suporte teórico foi fundamentado em pesquisas bibliográficas com base documental a fim de subsidiar o autor a discorrer sobre os impactos da TI no meio ambiente, os resíduos tecnológicos e seu potencial de reciclagem.

Faz referência a gestão do conhecimento como estratégia na busca da sustentabilidade ambiental, esclarecendo que a mesma não envolve apenas o meio ambiente, mas sim um conjunto de processos que reúne organizações, pessoas, mudança de valores e atitudes, ressalta também a importância da TI como provedora de recursos estratégicos na geração e disseminação do conhecimento.

4. DISCUSSÕES

4.1 Resíduos Perigosos e Potencial de Reciclagem

O descarte de resíduos perigosos gera problemas ambientais graves seja pelo volume, ou por conterem materiais que demoram ou não se decompõe, ou ainda por conterem metais pesados altamente contaminantes e prejudiciais à saúde humana. Adicionemos a este fato a inexistência de legislação específica e locais apropriados para descarte desses equipamentos.

Vários materiais entram na composição não só de eletroeletrônicos, mas também de placas de circuito impresso de computadores, de pilhas e baterias, e produtos magnetizados que contém metais pesados (Tabela 5). O chumbo, por exemplo, é usado na soldagem de computadores, o mercúrio é utilizado nos visores, nas pilhas usa-se índio, semelhante ao zinco e ao manganês, que abolidos foram substituídas pelo cádmio e o mercúrio. Qualquer equipamento quando erroneamente descartados seguem para aterros sanitários e liberam substâncias tóxicas que penetrarão no solo e contaminarão lençóis freáticos e organismos vivos. (Andrade 2008)

Tabela 5: Resultados físico-químicos de placas de circuito impresso de computadores descartados.

<i>Determinação</i>	<i>Resultado (mg/l) (a)</i>	<i>Limites (mg/l) (a)</i>
Arsênio	N.D.	5,0
Cádmio	22,0	0,5
Chumbo	133	5,0
Bário	1,5	100
Cromo total	0,05	5,0
Selênio	N.D.	1,0
Prata	0,02	5,0
Mercúrio	N.D.	0,1
Fluoreto	N.D.	150

Fonte: Adaptado de Andrade *apud* Bizzo (2008)

Obs: (a) valores indicados nos anexos G, H, I e J da NBR 10004⁴.

N.D. Não detectado aos limites expressos.

A conquista de um consumidor consciente e exigente, também impulsiona o crescente movimento ambientalista. A conscientização ambiental tem alavancado ações de

⁴ ABNT NBR 10004:2004 (Resíduos Sólidos – Classificação)

fabricantes que demonstram maior preocupação com a sustentabilidade do sistema, exemplificado pelas empresas que têm programas de recolhimento de aparelhos e baterias descartados, que usem menos substâncias tóxicas na produção, que substituam materiais por outros menos poluentes ou tóxicos.

As empresas vêm melhorado seus produtos e programas de reciclagem, mas ainda é insipiente a disponibilidade de uma linha de produtos livres de substâncias tóxicas ou ainda é tímida a presença de programas de reciclagem gratuitos garantindo assim que PC's e baterias que não sirvam sejam descartados diretamente no lixo e sejam encaminhados para lixões ou aterros sanitários. Os resíduos tecnológicos vêm se acumulando na natureza de uma forma rápida e de volume impressionante.

Alguns fabricantes aderiram a políticas de redução, reutilização, reciclagem e recuperação energética, pois em alguns países foram impostas legislações. Em 2005 foram publicadas duas diretivas importantes na UE⁵ (Pallone, 2008):

- a. Todos os fabricantes que comercializem equipamentos elétricos e eletrônicos nos e para os países da UE coloquem etiquetas nos mesmos para informar aos clientes de que estes devem ser reciclados e certifiquem-se de que os respectivos produtos são devidamente eliminados ou reciclados após o ciclo de vida.
- b. E ainda que os fabricantes eliminem ou minimizem a utilização de chumbo, mercúrio, cromo hexavalente, cádmio, éteres de bifenilo polibromado e difelino em equipamento elétrico e eletrônico vendido na UE após 1º de julho de 2006.

Nos EUA, a EPA⁶ não tem poder legal, mas informa que consumidores e empresas devem reciclar equipamentos fora de uso para não aumentar o acúmulo de resíduos tecnológicos. No Brasil também não há legislação específica para o descarte do resíduo tecnológico. Fato agravado ao observarmos os dados disponibilizados por Pallone (2008) que afirma que em nosso país o tempo médio para a troca de celulares é de menos de dois anos e o dos computadores, de quatro anos em empresas e, cinco em residências. A única lei vigente que trata de recolhimento de material eletrônico no Brasil é a Resolução 257 de 1999 do CONAMA⁷ que atribui aos fabricantes ou importadores de pilhas e baterias a responsabilidade pelo gerenciamento desses produtos tecnológicos que necessitam de disposição final específica, em função do perigo e dos níveis de metais tóxicos que eles apresentam e que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública.

O índice de recolhimento dos resíduos não só tecnológicos, em todo o planeta é longe do satisfatório, mensurar os resultados e acompanhar de forma efetiva as práticas de sustentabilidade é uma tarefa difícil. Vasques (2007) diz que há que se considerar os quatro pilares indispensáveis a uma organização sustentável: o econômico-financeiro, o meio ambiente, o social e a governança corporativa. A organização que definir a estratégia com base nesses critérios apresentará um diferencial frente ao consumidor, pois o responsável pela produção de resíduos tecnológicos, o mercado de TI é também um dos mais dinâmicos, inovadores e competitivo.

5. CONCLUSÕES

Os riscos ambientais tornaram-se preocupações obrigatórias na vida das pessoas e das organizações, segundo o Programa Ambiental das Nações Unidas são geradas anualmente 50 milhões de toneladas de resíduos tecnológicos. O desenvolvimento dos equipamentos

⁵ União Européia.

⁶ Agência Americana de Proteção do Meio Ambiente.

⁷ Conselho Nacional do Meio Ambiente.

eletroeletrônicos e as ferramentas de TI trouxeram facilidades na geração e socialização do conhecimento em diferentes ambientes. O uso eficaz destas ferramentas, segundo Santiago Jr. e Santiago (2007) consiste na implantação de sistemas que se adaptem às diferentes necessidades dos usuários, que estejam em acordo com as estratégias da organização e que ofereçam contribuições às atividades desenvolvidas, e por fim tragam competitividade e produtividade. Nesse sentido, a TI é um elemento preponderante para a disseminação do conhecimento, pois dispõe de ferramentas e sistemas que permitem o registro e a consulta de informações.

A tecnologia veio para ficar, adquirir eletroeletrônicos é sinônimo de melhor qualidade de vida, são facilitadores do deslocamento, minimizam o gasto de tempo na realização de diversas atividades; e para correto funcionamento todo aparelho tem em sua constituição algum metal pesado, usado para conduzir a corrente elétrica, ou seja, a presença destes é certa. Os metais pesados são persistentes mesmo em pequenas quantidades e tem a capacidade de contaminar áreas extensas. O exemplo de PALLONE (2008) ilustra a afirmação, um antigo computador 286, tem 1600 pontos soldados, que correspondem a 4 gramas de solda de chumbo, pode levar à contaminação por arraste, uma área de 600 m³ de solo, que exigirá posteriormente a remediação, além de exposição desnecessária de trabalhadores e consumidores. A mesma autora afirma ainda que a tecnologia ainda não avançou o suficiente para que essas substâncias sejam dispensáveis nos aparelhos.

Desta forma, sugere-se:

- a. Que se dê destinação correta a equipamentos obsoletos através da recuperação de máquinas em desuso para outros fins, como por exemplo, para que se utilize nas comunidades ou em estabelecimentos de ensino.
- b. Substituir equipamentos e encaminha-los a setores em que não sejam necessárias máquinas com tecnologia extremamente avançada.
- c. Pesquisar e desenvolver tecnologias que substituam matérias primas que possam gerar menores impactos ou sua redução.

Os princípios de redução, reciclagem, reutilização e recuperação de energia, nesta e em qualquer outra atividade produtiva são válidos, pois maior parte dos metais foi extraída da natureza. Nos equipamentos eletroeletrônicos, esses metais se encontram em alta concentração, maior do que na natureza e em rigoroso estado de purificação, razões suficientes para que, uma vez contidos nas máquinas, sejam reciclados dos equipamentos em desuso e sejam reutilizados. O fato não se limita a reciclagem e reutilização de recursos não renováveis de alto custo presentes (ouro, prata, cobre, ferro, alumínio e outros) que não podem ser desperdiçados por causar impactos ambientais, mas também por motivos econômicos, o que talvez justifique o interesse crescente pelas empresas a adotarem medidas ambientalmente corretas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. **Caracterização e Classificação de Placas de Circuito Impresso de Computadores como Resíduo Sólido**. Unicamp, Dissertação de Mestrado. 2002.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARUL, D. **O que é preciso saber para adotar a TI verde?** Guia executivo para decisões estratégicas. Disponível em: www.computerworld.com.br Acesso em: 05 de maio de 2008.

BIZZO, W. A. **Gestão de resíduos e gestão ambiental da indústria eletro-eletrônica.** Disponível em: <http://www.tec.abinee.org.br/arquivos/s702.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2008.

CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/> Acesso em: 12 maio de 2008.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação:** por que só a tecnologia da informação não basta para o sucesso da era da informação. São Paulo: Futura 2002 (4ª reimpressão).

FIALHO, F. A. P. *et al.* **Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento.** Florianópolis. Visual Books, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, SP: Atlas, 1998.

MCGEE, J. V.; PRUSAK, L. **Gerenciamento estratégico da informação:** aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1997 – 18ª Reimpressão.

OLIVEIRA, L. **E-lixo:** os restos da modernização. Disponível em: http://ead.fja.edu.br/eco/index.php?option=com_content&task=view&id=752&Itemid=95
Acesso em: 25 de maio de 2008.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/clima/
Acesso em: 23 de maio de 2008.

PALLONE, S. **Resíduo eletrônico:** redução reutilização, reciclagem e recuperação. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=32&id=379>
Acesso em: 25 de maio de 2008.

REZENDE, D. A. **Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial:** alinhamento estratégico e análise da prática nas organizações. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTIAGO JR, J. R. S.; SANTIAGO, J. R. S. **Capital intelectual:** o grande desafio das organizações. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

VASQUES, E. **TI sustentável:** Sementes do agora. B2B Magazine. Ano 6, nº 77 – Julho 2007.