



Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental

Revista do PPGEA/FURG-RS

ISSN 1517-1256

Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental

**TI VERDE: TECNOLOGIAS CONECTADAS COM A
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Denize Demarche Minatti Ferreira¹

Luiz Everson da Silva²

Fabrcio Moraes de Almeida³

RESUMO: O conceito de sustentabilidade mostrou-se até recentemente centrado em alguns temas, que obviamente tem relevância, mas faz parte de um contexto mais abrangente. Nas últimas décadas houve expressivo desenvolvimento das TI's (Tecnologias da Informação). O rápido desenvolvimento de equipamentos e conseqüente substituição dos obsoletos levaram o mercado à condição de grande gerador de resíduos tecnológicos e itens que contém altas taxas de componentes tóxicos. Fez se necessário então, incorporar o tema sustentabilidade nas discussões. O movimento da NTIC's (Novas Tecnologias da Informação e Comunicação) Verdes consiste em cuidados que se refletem em benefícios ambientais. 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 à 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: Sustentabilidade. TI. NTIC's Verde. Gestão do Conhecimento.

ABSTRACT: Until recently the concept of sustainability has focused on a few issues, which obviously have relevance, but making part of a broader context. In recent decades there was significant development in IT's (Information Technology). The rapid development of and consequent replacement of obsolete equipment led the market condition of large generator of waste technology with high levels of toxic compounds. It is then

¹ Bióloga, mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, doutoranda na área de Gestão do Conhecimento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Sustentabilidade (PPEGC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Bairro Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, CEP 88040-970. Email: dminatti@terra.com.br

² Químico, doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professor adjunto do Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Depto de Química, Laboratório de Pesquisa Química em Produtos Naturais. Av. Fernando Corrêa da Costa, Bairro Coxipó, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, CEP 78060-900. Email: luiz_everson@yahoo.de

³ Matemático, físico pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), especialização em Física Básica (UFMT) e em Redes de Computadores (UNIRONDON), mestre em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC), doutor em Física (UFC), pós-doutorado (UFMT/CNPq) - FACULDADE DE TECNOLOGIA EQUIPE DARWIN - FTED. Cnb 12, Lotes 11/12 N°: s/n Complemento: 2º andar. Bairro: Taguatinga - DF. Email: prof.fabricio@gmail.com

necessary to incorporate the sustainability theme in discussions. The Green NICT's movement (New Information and Communication Technologies) consists in processes that are reflected in environmental benefits. This article is the result of a literature research on the IT's impact on the environment, waste technology and its potential for recycling. It refers to knowledge management as a strategy in pursuit of environmental sustainability, it involves not only the environment but a series of processes that involves organizations, people, change of values and attitudes, also emphasizes the IT's importance as a provider of strategic resources in the knowledge generation and dissemination.

Keywords: Sustainability. IT. NICT's Green. Knowledge Management.

INTRODUÇÃO

Os seres humanos desde os seus primórdios buscaram construir instrumentos. A partir desse contexto, a relação homem-meio ambiente estreitava-se cada vez mais, dada a criatividade e a inteligência modificadora e transformadora destes em relação ao ambiente natural. Sob esse aspecto, o meio ambiente começa a ser transformado, sem planejamento, e por consequência é cada vez mais degradado pela ação humana em consonância com o processo evolutivo do saber e da ganância.

Se a priori, a humanidade dependia da natureza para sua sobrevivência de forma coletiva, em nossos dias, essa relação encontra-se fragmentada, dando a clara idéia de dominação e dominados. Nesse contexto, o que se percebe em relação às sociedades culturais e autênticas, é a existência de uma fragmentação de valores pautada na essência do “ter”, exprimindo de maneira concisa os princípios da individualidade e da falta de autenticidade, e, portanto separadas do meio ambiente harmônico.

Assim, emerge repensar o modelo de sociedade que está sendo construído e como se dará a relação deste com o meio ambiente tendo em vista o aumento substancial de inovações tecnológicas, que de um lado diminuem as distâncias e de outro aumentam as desigualdades. E ainda contribuem para a degradação ambiental de forma mais rápida, diminuindo as possibilidades de interação cultural, harmônica e sustentável destes. Sobre esse novo modelo de sociedade, destacam-se os meios de comunicação e de transporte que encurtam de tal forma as distâncias que as noções de espaço passam a ser repensadas.

A internet e os demais meios de comunicação possibilitam que povos de diferentes culturas troquem informações em tempo real gerando profundas modificações nas sociedades. Tais informações, longe de tornarem essas sociedades mais solidárias e cooperativas, são fontes de conflitos e disputas de poder, tornando quase todos os pontos do globo vizinhos uns dos outros, facilitando a midiaticização dos acontecimentos em benefício próprio e ainda criando grupos excluídos ou periféricos formados por aqueles indivíduos que não tem acesso, não sabem ou não querem utilizá-los. Faz-se necessário afirmar que as diferentes técnicas e

tecnologias não são todas deletérias, por serem usadas como fonte de poder e dominação, ou por serem excludentes.

E Levy (2000), relata que a melhor forma de manter e desenvolver uma coletividade não são mais construir, manter ou ampliar fronteiras, mas alimentar a abundância e melhorar a qualidade das relações em seu próprio seio, bem como com outras coletividades.

Dessa forma, é importante destacar que os indivíduos mantêm uma relação de independência para com o meio ambiente que os cerca e uma relação de autonomia quanto às estruturas sociais e tecnológicas nas quais estão inseridos.

Para Marshal (1986), a experiência ambiental da modernidade anula todas as fronteiras geográficas e raciais de classe e nacionalidade, de religião e de ideologia: nesse sentido, pode-se dizer que a modernidade une a espécie humana.

O problema da civilização moderna, industrial e tecnológica é talvez o fato dela não perceber que depende da natureza, ao menos em termos globais; que sua liberação ainda não é total e que provavelmente, nunca será; que não é possível produzir artificialmente todo o oxigênio necessário à manutenção da composição atual da atmosfera, nem toda matéria orgânica necessária ao seu próprio consumo; que não é possível manter, sem a participação da massa vegetal constituída pelas florestas, savanas e outros sistemas, os ciclos naturais da água de modo a garantir a estabilidade do clima, a constância e a distribuição normal das chuvas e a amenidade da temperatura.

Consequentemente, o ser humano depende da existência de florestas e outras formações vegetais, e estas, por sua vez, da presença de animais e microorganismos que participem de seus processos de reprodução – como os insetos polinizadores, ou os pássaros, que disseminam as sementes, bem como roedores e morcegos que as enterram, promovendo a reciclagem de elementos nutrientes. Complementado a cadeia, esses insetos, pássaros e roedores dependem de predadores como aranhas, serpentes e animais carnívoros para manter suas populações estáveis.

Presencia-se 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.

Entende-se 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 emergenciais, 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 garantam qualidade de vida.

A evolução tecnológica que se presencia nas últimas décadas provocou mudanças expressivas na forma de pensar, agir e trabalhar. A revolução tecnológica proporcionou facilidades; disponibilidade e acesso imediato a inúmeras informações e conhecimento, o que facilitou a criação e disseminação deste. Presenciou-se a concepção de um novo cenário, o uso de NTIC's (Novas Tecnologias de Informação e Comunicação) e a exigência dos consumidores pautados numa política de preservação do meio ambiente que exercem 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 (Tecnologia da Informação) pode-se citar 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 mais energia, e trazem associados 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 desempenho dos equipamentos. Portanto, na produção de resíduos dos equipamentos tecnológicos, tornam-se urgentes e necessárias 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. Faz um alerta, através de uma reflexão, 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 do efeito 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.

APORTE TEÓRICO

NTIC's e TI Verde

As conquistas tecnológicas e científicas caminham rapidamente. Os grandes bolsões mundiais da pobreza exigem mais recursos e, ao mesmo tempo, é preciso conter a ocupação e a modificação dos espaços naturais acelerados pelas novas tecnologias, antes que tornem o planeta impróprio para a vida. Em ritmo acelerado, florestas foram transformadas em pastagens; recursos finitos como o petróleo, foram utilizados de forma desenfreada; ar e água foram comprometidos por agentes poluentes. Para enfrentar tais problemas é preciso estabelecer diretrizes sociais e políticas alternativas diferente das que se praticam hoje.

Paradoxalmente, é na ciência contemporânea e nas modernas tecnologias que encontram-se os instrumentos capazes de contribuir para o diagnóstico, a proteção e a recuperação de ambientes ameaçados. Também são contraditórios os efeitos sociais da evolução tecnológica. Não se trata de invalidar as conquistas da Terceira Revolução Industrial, essa mudança global nas formas de produção propiciada nas últimas décadas pela informatização e automação.

É indiscutível que a informatização reduz empregos em atividades técnicas e administrativas, que a automação torna dispensável “o peão de fábrica”, ou que a mecanização e a bioengenharia provocam desemprego no campo. Mas qualquer tentativa de “volta ao passado”, para evitar esse desemprego estrutural, seria tão inútil como foi a resistência às máquinas a vapor, no século XVIII.

Percebe-se nesse contexto, uma caminhada rumo a um futuro de incertezas, sem objetivos definidos. A expectativa em torno do trabalho traz no bojo de suas intenções, uma carga emocional impactante, visto que cada vez mais o mercado com suas tecnologias exige maior especialização. E quando se aprende usar uma determinada máquina, outra surge levando a humanidade ao aperfeiçoamento constante.

O ponto de destaque em torno dessa explosão tecnológica dá-se em relação à construção de uma sociedade mais humanizada, uma sociedade ética, mais comprometida com o seu bem-estar. De certo modo, a tecnologia e suas “artimanhas” contribuem para o alargamento desses valores entre os seres. Robertson (1992 *apud* Ianni, 2001) afirma que este é o ambiente em que germinam nostalgias e utopias, uns pretéritos e outros futuros. Diante do

novo, inesperado e surpreendente ato de globalização, quando as nações, nacionalidades, culturas e civilizações são desafiadas, mesclam-se, embaralham-se, reafirmam-se e modificam-se os modos de ser, pensar, agir.

Pode-se perceber que não é a explosão tecnológica em si a causa de tantos dissabores, mas o uso que se faz delas. No passado, o homem para sobreviver dependia da natureza, existia um ímpeto de coletividade, uma integração com o meio ambiente.

Atualmente, com o advento da modernidade e com a evolução do conhecimento, vivemos dependentes das máquinas, e na maioria das vezes não se consegue pensar e passa-se a agir com indiferença diante dos complexos problemas existentes na natureza como um todo.

Os mecanismos utilizados pelos diferentes instrumentos inventados disseminam a idéia de exploração dos próprios humanos, sem qualquer planejamento o que de fato tem contribuído para reforçar a relação dominador/dominado. Exemplos podem ser dados, haja vista que o uso desorganizado dessas tecnologias, remete a consciência capitalista, individualista, consumista. Modificam-se os espaços naturais sem a devida sustentabilidade; alargam-se as distâncias socioeconômicas, criando a possibilidade cada vez mais latente de divisão de classes.

De acordo com Ianni (2001) este é o reino da razão instrumental, técnica ou subjetiva, permeando progressivamente todas as esferas da vida social, em âmbito local, regional, nacional e mundial. Há, contudo, aqueles que afirmam que houve um aprimoramento do nível cultural, intelectual e acréscimo de progresso.

Dessa forma, as NTIC's alteraram o mundo dos negócios de forma irreversível e facilitaram o acesso à 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, mas 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 radical.

Davenport (2002) afirma que se está numa 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.

Portanto, as empresas do setor de NTIC's inovam, e não ficam indiferentes à questão da sustentabilidade, acompanham a tendência de preocupação com o bioma, 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, destacam-se as 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.

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 vislumbra e possibilita 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.

Dessa forma, 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 utilizam-nas de forma efetiva e em toda sua potencialidade. É possível fazer 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 propiciará melhores resultados à organização.

Portanto, ao focar a utilização das TI's como infraestrutura 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 as redes de computadores, transmitem informações e conhecimento de forma cada vez mais eficaz, e uma organização que dispõe e usufrui corretamente das mesmas, apresenta fluxos rápidos de conhecimento eliminando assim a hierarquia, fator importante para o sucesso das iniciativas de gestão do conhecimento.

O Conhecimento Como Estratégia na Busca da Sustentabilidade Ambiental

* 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 medida 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 despendida 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>
Simple 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 NTIC's 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, internalização e mediatização (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. Recebe-se 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 à 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 de desenvolvimento sustentável que "atenda as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades", e que para que seja efetiva a conservação deve orientar o processo de produção, minimizando a degradação ambiental.

Fialho *et al.* (2008) afirmam 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 de lucro imediato faz com que haja produção de enormes quantidades de mercadorias em giro e produção também rápida. Dessa forma, também em grandes quantidades e com muita rapidez se extraem recursos da natureza.

A gestão do conhecimento deve ter por finalidade utilizar conhecimento para que, por meio do desenvolvimento de suas competências, possa incentivar os seres humanos e empresas a promoverem o desenvolvimento de uma cultura voltada para o desenvolvimento sustentável. Essa conduta é direcionada para a criação, compartilhamento e disseminação do conhecimento da sustentabilidade. A Figura 1 apresenta um modelo para a gestão do conhecimento pautada na sustentabilidade.

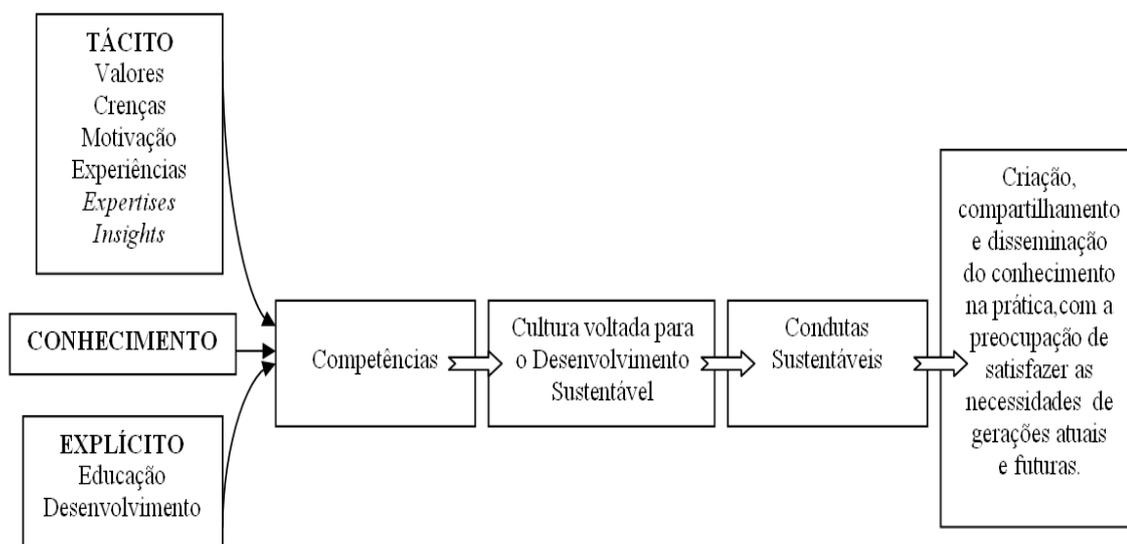


Figura 1: Modelo para a Gestão do Conhecimento da Sustentabilidade.
Fonte: Fialho *et al.* (2008)

O modelo proposto por Fialho *et al.* (2008) possibilita:

- a. Formular estratégias e identificar as competências essenciais para desenvolvimento de uma cultura voltada para a sustentabilidade.
- b. Permitir que sejam identificadas as áreas da organização onde estão os processos intensivos em conhecimento que necessitam de práticas de gestão sustentável.
- c. 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.
- d. Identificar os impactos nas organizações e nas comunidades de uma gestão sustentável.

Nessa perspectiva é necessário informar a sociedade das interrelações 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.

Impactos das NTIC's no Meio Ambiente

*** A Perspectiva do Gerenciamento de NTIC's e os Impactos Ambientais**

As questões relacionadas aos problemas ambientais passaram a figurar no centro de debates não só acadêmicos, sendo 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. Nas organizações, o foco está em 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 do efeito estufa, dentre os quais se destaca o dióxido de carbono (CO₂).

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.

Os dados do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) (2008) revelam que o CO₂ 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 CO₂ 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, como 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 NTIC'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: são necessárias 1,8 toneladas de materiais variados para a construção de um computador com monitor de 17 polegadas; entre água, combustíveis fósseis e produtos químicos. 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 de TI aparece associada à sua rápida obsolescência e diminuição de valor gera a necessidade de substituição dos equipamentos.

**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 ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) 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 prejudicado pelo destino incorreto dos resíduos tecnológicos. Na composição física de um equipamento têm-se a 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 a massa total.

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

Fonte: Bizzo (2007)

A preocupação em relação ao descarte de resíduos tecnológicos é relativamente recente na indústria eletroeletrônica. Para Bizzo (2007) as características operacionais da produção de eletroeletrônicos são:

- a. Produção de placas de circuito impresso.
- 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 presenciavam-se fatos que necessitariam de maior rigor da lei, porém, mesmo ainda tímidas, as ações de gestão ambiental começam a criar robustez. Vive-se um período de vigilância, estar-se-á 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*⁴ 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 (2007)

Bizzo (2007) 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 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 NTIC's, como qualquer outro produto eletroeletrônico tem em sua composição física dos vários materiais que podem ou não serem passíveis de reciclagem como mostra a Tabela 4.

⁴ 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
Mercurio	0,002	0	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores
Sílica	24,880	0	Vidro

Fonte: MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation*) apud Bizzo (2007)

Dessa forma, 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 destino 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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. Adicione-se a este fato a inexistência de legislação específica e locais apropriados para descarte desses equipamentos.

Dessa forma, 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, 2002).

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 (2007).

Obs: (a) valores indicados nos anexos G, H, I e J da NBR 10004 (ABNT NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos - Classificação). 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 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 aprimoram os 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 computadores pessoais (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 UE (União Européia) (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 EPA (Agência Americana de Proteção do Meio Ambiente) 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 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 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 como responsável pela produção de resíduos tecnológicos, o mercado de TI é também um dos mais dinâmicos, inovadores e competitivo.

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

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.

Dessa forma, a tecnologia ainda não avançou o suficiente para que essas substâncias sejam dispensáveis nos aparelhos. Nesse contexto, pode-se sugerir:

- 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 encaminhá-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.

Portanto, 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 que justifique o interesse crescente pelas empresas a adotarem medidas ambientalmente corretas.

REFERÊNCIAS:

ANDRADE, Renata, (2002). Caracterização e Classificação de Placas de Circuito Impresso de Computadores como Resíduo Sólido. Unicamp, Dissertação de Mestrado.

BARBIERI, José Carlos, (2007). *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 2 ed. São Paulo: Saraiva.

BARUL, Douglas. *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, Waldir. A. (2007). 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, Thomas. H., (2002). *Ecologia da informação: porque só a tecnologia da informação não basta para o sucesso da era da informação*. São Paulo: Futura (4ª reimpressão).

FIALHO, Francisco Antônio Pereira *et al.*, (2008). *Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento*. Florianópolis. Visual Books.

IANNI, Octávio, (2001). *Teorias da Globalização*. 9. ed., Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

LEVY, Pierre, (2000). *A revolução contemporânea em matéria de comunicação*. In. MARTINS, F. M. & SILVA, J. M. (org.). *Para navegar no século XXI: Tecnologias do imaginário e cibercultura*. POA: Sulina, Edipuc, Rio Grande do Sul.

_____. *Cibercultura*, (2000). 2. ed. 34, Rio de Janeiro.

MARCUSE, Herbert, (1941). *Some Social Implications of Modern Technology*. *Studies in Philosophy and Social Science*, ano IX, n.3, Nova York.

- MANHÃES, Joaquim M., (1999). *A ética empresarial no Brasil*. São Paulo: Pioneira.
- MARSHAL, Bermam, (1986). *Tudo o que é sólido desmancha no ar*. A aventura da modernidade. São Paulo: Companhia das Letras.
- MCGEE, James V.; PRUSAK, Laurence, (1994). *Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica*. Rio de Janeiro: Campus.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka, (1997). *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- 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, Simone, (2008). *Resíduo eletrônico: redução reutilização, reciclagem e recuperação*. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao> Acesso em: 25 de maio de 2008.
- REZENDE, Denis Alcides, (2002). *Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial: alinhamento estratégico e análise da prática nas organizações*. São Paulo: Atlas.
- SANTIAGO JR, José Renato Satiro; SANTIAGO, José Renato Satiro, (2007). *Capital intelectual: o grande desafio das organizações*. São Paulo: Novatec.
- VASQUES, Eduardo, (2007). TI Sustentável: Sementes do agora. *B2B Magazine*. Ano 6, n. 77.