

ESTRATÉGIAS DE *GREEN IT* E AS ATIVIDADES QUE PRODUZEM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Fernando de Oliveira Santini^a, Wagner Junior Ladeira^b, Clécio Falcão Araújo^c

^a Doutor em Administração. Pontifícia Universidade Católica (PUC). fosantini@terra.com.br

^b Doutor em Administração. Universidade Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). wladeira@unisinis.br

^c Mestre em Administração. Doutorando pela PUC-RS. clecioa@bol.com.br

Informações de Submissão

Fernando Oliveira Santini: Rua Maestro Medanha, 199, Bairro Santana – Porto Alegre - RS - CEP: 90920-160.
Recebido em: 16/09/2014
Aceito em: 25/10/2014
Publicado em: 01/12/2014

Palavras-chave

Green IT, estratégia e análise fatorial.

Keywords

Green IT, strategy and factor analysis.

Resumo

O presente artigo teve como objetivo entender as atividades que produzem sustentabilidade ambiental no processo de produção de informação. Para isso, foi aplicado um questionário a 458 empregados, de 73 empresas localizadas em 20 setores diferentes do Rio Grande do Sul. Logo após, ocorreu a estimação de três fatores através da análise fatorial exploratória (AFE). A pesquisa empírica realizada permitiu ressaltar que a função da produção de informação é tida como fundamental para a gestão ambiental empresarial, mas esse fenômeno é mais complexo e menos linear quando entendidos dentro das práticas de *Green IT*. Nesse sentido, ficou evidente que as organizações dos respondentes localizam-se em diferentes estágios da linha evolutiva da gestão ambiental.

Abstract

This article aims to understand the activities that produce environmental sustainability in the information production process. For this, a questionnaire to 458 employees in 73 companies located in 20 different sectors of Rio Grande do Sul was applied. Soon after, the estimation of three factors through exploratory factor analysis (EFA) occurred. Empirical research conducted has to emphasize that the production function of information is considered crucial for environmental business management, but this phenomenon is more complex and less linear when understood within the practices of *Green IT*. In this sense, it was evident that the organizations of the respondents are located in different stages of the evolutionary line of environmental management.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento dos problemas ambientais redirecionou a competitividade na década de noventa (VELTE *et. al*, 2008; VANTTINEN; PYHALTO, 2009; GETZNER; GRABNER-KRAUTER, 2004). Mudanças nos valores sociais e no desenvolvimento de tecnologias

propiciaram o surgimento de produtos ecologicamente corretos (D'SOUZA et. al, 2006; LEE, 2008). Dentro deste contexto, emergem novos movimentos conhecidos como *Green* que procuram evidenciar práticas de sustentabilidade ambiental, tendo como foco central a redução da poluição e da energia, no desenvolvimento de produtos e serviços (HOSTAGE et al., 1998; RAO; HOLT, 2005).

Na área de Tecnologia da Informação (TI) este tema tem se tornado comum entre os acadêmicos e profissionais. O aumento contínuo do uso operacional da TI nas organizações tem provocado consequências ambientais graves, como o crescimento da demanda dos recursos materiais computacionais, o crescente consumo de energia, a depreciação e os descartes de equipamentos eletrônicos usados no processamento de informações (BOLLATOS; BASALI, 2007). Preocupados com o relacionamento entre o uso da TI e as suas consequências no meio ambiente, vários pesquisadores (SAYED; GILL, 2008; DAHLMANN et. al, 2008; VELTE et. al, 2008) estão trabalhando ultimamente nesta área. Estes trabalhos trazem à tona o conceito de Tecnologia da Informação Verde, do inglês *Green IT*, que é uma tentativa de associar estratégias de TI com práticas ambientalmente sustentáveis.

Green IT é uma corrente de estudo que está no seu estágio de desenvolvimento (SAYED; GILL, 2008). Os *frameworks* de *Green IT* encontrados no mercado não chegaram a uma maturidade de conhecimento, fazendo necessários debates sobre esta tendência no meio acadêmico e empresarial (VARON, 2009). Sayed e Gill (2008) declaram que é necessário o incentivo a pesquisa de base para entender o relacionamento: uso da TI e recursos ambientais.

A pesquisa acadêmica sobre *Green IT*, além de ser relativamente recente, ainda não abordou de forma aprofundada o relacionamento entre a produção de informação, através da TI e as estratégias empresariais. Tendo em vista a importância desta temática o presente ensaio tem como objetivo entender as atividades que produzem sustentabilidade ambiental no processo de produção de informação.

Neste artigo, foi elaborado um *framework* teórico/empírico do relacionamento entre as atividades de *Green IT* (associadas à produção de informação) e possíveis estratégias empresariais. A construção deste *framework* teve as seguintes etapas: (a) levantamento teórico sobre as principais contribuições do entendimento do *Green IT*; (b) formulação e validação de um questionário; (c) aplicação deste questionário a 458 empregados, de 73 empresas localizadas em 20 setores diferentes; (d) estimação de três fatores através, da análise fatorial exploratória (AFE); e descrição do relacionamento destes três fatores com as estratégias empresariais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Relacionando TI e questões ambientais

Desde as décadas de setenta a noventa, quando o uso e a popularização da TI cresceram, a sua importância nas organizações é cada vez mais reconhecida. A marcante presença da informatização nas modernas atividades sociais faz com que a tecnologia seja encarada como algo indispensável. Durante estas décadas o ambiente empresarial tem passado por profundas mudanças, as quais têm sido relacionadas diretamente com a TI (CHENG *et. al*, 2008). Essa relação engloba o surgimento de novas tecnologias e aplicações. Nesse novo ambiente, empresas têm considerado imprescindível realizar significativos investimentos em TI, passando a ter seus produtos, serviços e processos apoiados nesta tecnologia. Neste contexto, os gestores têm procurado conhecer o valor estratégico da TI, considerando as melhores práticas de seu gerenciamento (VELTE *et. al*, 2008).

O contínuo crescimento do uso da TI passou a exigir o redesenho dos processos de negócios surgindo uma preocupação as questões ambientais, ligadas ao mau uso e descartes de equipamentos eletrônicos. A TI pode servir para vários propósitos, desde questões ligadas a melhoramento da *performance* operacional/estratégico das organizações, como também a interesses de indivíduos e sociedade (LIANG; XUE, 2009). O novo papel que as empresas devem desempenhar na construção do desenvolvimento sustentável gerou uma gama de pressões sobre a relação entre as organizações e a dimensão ambiental (RIVERA-CAMINO, 2007; RAO, 2004).

As organizações estão sob pressão crescente de seus concorrentes, consumidores e grupos da comunidade para implementar práticas empresariais sustentáveis. Nesta pressão o equilíbrio econômico e ambiental é uma questão estratégica fundamental (MOLLA *et. al*, 2008). Há muitos benefícios com o uso consciente da TI. Entre eles podem-se destacar a diminuição do consumo de energia, a redução das toxinas existentes nos componentes eletrônicos e a redução de insumos para fabricação de novos produtos (VELTE *et. al*, 2008).

2.2 Entendendo o conceito de *Green IT*

Pesquisas acadêmicas indicam que as organizações investem em tecnologias verdes devido a três razões fundamentais: lucratividade, legitimação e responsabilidade social (BANSAL; ROTH, 2000; PORTER; VAN DER LINDE, 1995). A motivação em relação a lucratividade indica que uma organização poderá reduzir alguns custos produtivos/comerciais com a utilização de práticas ambientais mais corretas. As ações de sustentabilidade ambiental das organizações têm um impacto direto nos recursos humanos e organizacionais, podendo interferir nas estratégias ligadas aos recursos tangíveis e intangíveis (RUSSO; FOUTS, 1997).

Uma estratégia verde é composta de atividades, operações e ativos que estão inseridas em um planejamento eficiente, dentro das escalas econômicas, ambientais e sociais (OLSON, 2008; AZZONE; NOCI, 2004). As tecnologias verdes não são novidades no mercado (BOLLATOS; BASALI, 2007; CLARK; MACQUARRIE, 2005; BORUP, 2004). Porém, estas estratégias tomaram uma dimensão grande nos últimos anos com a incorporação dos equipamentos voltados para o uso da TI (HARRIS, 2008).

Green IT é uma recente adição ao movimento das tecnologias verdes no âmbito do setor empresarial. O termo *Green IT* está no estágio inicial de discussão, ainda há pouco sobre a compreensão do que este termo realmente significa (HARRIS, 2008; MOLLA *et. al*, 2008). *Green IT* implica atividades organizacionais e informacionais que buscam reduzir a arquitetura energética (consumo e custo). O *Green IT* ultrapassa questões técnicas e pode englobar práticas de gestão que respeitam conceitos ambientais, podendo contribuir para a redução da emissão de CO₂, o nível de resíduos e poluição dos PC's através de práticas como: o gerenciamento de energia, virtualização, reciclagem e a eliminação socialmente responsável de tecnologias antigas (MOLLA *et. al*, 2008; VARON, 2009; VELTE, 2008).

Sayed e Gill (2008), em um estudo recente, mencionam que o *Green IT* é visto com muito entusiasmo entre os CIOs de TI, principalmente quando o foco da discussão é a implementação de novas iniciativas, que tenta conciliar a TI com a responsabilidade ambiental. No entanto, este entusiasmo não é refletido na mesma intensidade dentro da organização. Responsáveis por outros setores mencionam que a preocupação com a eficiência operacional é fundamental e deve ser maior do que as questões ligadas ao *Green IT*. Este estudo demonstrou também que os CIOs detêm um conhecimento grande sobre as questões relacionadas ao *Green IT*.

2.3 Iniciativas em *Green IT* na produção de informação

Iniciativas em *Green IT* são atividades organizacionais que tem como objetivo produzir sustentabilidade ambiental no processamento de informações (SAYED; GILL, 2008). O *Green IT* deve influenciar não apenas tecnologia, mas também estratégia competitiva e até mesmo a legalidade de algumas das opções estratégicas das organizações. Assim, as iniciativas de *Green IT* utilizadas nas organizações (SAYED; GILL, 2008) não devem ser consideradas apenas implementação de políticas de aquisição de produtos computacionais ecologicamente corretos, reciclagem de hardware e redução de consumo de energia; mas também como apoio a estratégias empresariais de produção de informação.

Relacionando as atividades de *Green IT* (na produção de informação) e as estratégias empresariais, o presente artigo desenvolve os conceitos de políticas e legislação, ReDesign, ReUse, ReCycle e Capacidade de Construção na visão dos autores: Bollatos e Basali (2007), Clark (2005), Harris (2008), Liang e Xue (2009), Molla (2008), Olson (2008), Rao e Holt (2005), Rivera-Camino (2007), Sayeedd e Gill (2008), Varon (2009) e Velte *et. al* (2008).

A Política e Legislação é uma força tarefa que procura analisar o estado das atuais técnicas de gestão de e-lixo. Com base na sua investigação e estudo, a Política e Legislação recomendam as soluções de gestão dos e-resíduos (VELTE *et. al*, 2008; VARON, 2009). Esta é uma força tarefa que procura direcionar através de um planejamento as questões macro de gestão dos descartes de TI e a redução no consumo de energia.

O ReDesign é uma força tarefa que procura incentivar soluções sustentáveis para os problemas de resíduos de equipamentos eletros eletrônicos (EEE). O principal objetivo é a maximização do ciclo de vida útil dos EEE (RAO; HOLT, 2005). Suas tarefas específicas incluem: (a) identificação e avaliação dos aspectos críticos no ciclo de vida do EEE, incluindo o estudo da composição material e de toxicidade; (b) comparando as abordagens atuais da indústria de produtos em fim de vida para identificar design atual com base em fatores econômicos e ambientais; e (c) desenvolver nova soluções de diversos produtos.

O ReUse é uma força tarefa que procura reutilizar práticas, princípios e normas para produtos EEE ligados ao business-to-business (B2B) e business-to-consumer (B2C) procurando enfatizar as questões econômicas, social e ambiental adequadas. Suas tarefas específicas são: aumentar a utilização de produtos e componentes EEE; (b) repensar o comportamento de consumo e evitar o desperdício precoce dos produtos EEE; e (c) reduzir o fluxo destes materiais (BOLLATOS; BASALI, 2007).

O ReCicle é uma força tarefa que procura melhorar a infra-estrutura de reciclagem de sistemas e tecnologias. Suas tarefas específicas são: (a) avaliar os ciclos de recolhimento de produtos e reciclagem com foco em políticas ambientais, econômicas e sociais; (b) analisar o

destino dos produtos e-reciclagem, bem como as suas limitações para os ciclos de sustentabilidade; e (c) descrever as melhores tecnologias disponíveis e emergentes para o tratamento dos EEE (SAYEED; GILL, 2008).

A Capacidade de Construção é uma força tarefa que tem como objetivo a construção de infra-estrutura para a sustentabilidade eficiente, abrangendo aspectos relevantes de todo o ciclo de vida dos EEE, a fim de resolver os problemas de e-resíduos. Suas tarefas específicas são: (a) organizar ambientes de aprendizagem mútua, incluindo a identificação de viabilidade e execução de novos projetos; e (b) definir normas sob a forma de orientações para a criação de capacidades (HARRIS, 2008).

3 METODOLOGIA

O método utilizado foi segmentado em três divisões: (a) refinamento do instrumento de pesquisa, (b) purificação da base de dados e (c) delineamento experimental e operacionalização do estudo.

O refinamento do instrumento de pesquisa passou por duas sub-etapas que envolvia diretamente o desenvolvimento e validação do instrumento e a coleta de dados. Referente a primeira etapa, o desenvolvimento do instrumento, se deu em duas etapas: a primeira caracterizou-se pela revisão de literatura, com o propósito de identificar e classificar os vários indicadores para medir as atividades de *Green IT*. A segunda etapa caracterizou-se pela adaptação do questionário estruturado, compreendendo um total de 22 indicadores para medir as atividades de *Green IT* desempenho.

O questionário continha cinco blocos de perguntas iniciais que objetivavam identificar os respondentes e as empresas. Logo após, foi construído 22 variáveis que avaliavam diretamente as atividades de *Green IT*. As respostas das perguntas avaliadas através de uma escala, que continha valores de 0 a 10.

Logo após, a construção do instrumento de coleta este foi distribuído a dez funcionários de três empresas diferentes para que pudesse ser avaliado o conteúdo das perguntas. Com este estudo piloto foi feita uma revisão e adaptações das perguntas para um melhor entendimento das variáveis a serem medidas.

A coleta de dados foi feita nos períodos dos meses de dezembro de 2008 à março de 2009. Para se construir uma pesquisa quantitativa a definição da amostra é um fator importante, sendo tal conceito comum no meio acadêmico. A amostra utilizada nesta pesquisa é de espécie não casual, denominada amostragem por julgamento ou conveniência.

Tabela 01: Descrição da amostra pesquisada

Atividades	Número de Empregados pesquisados	Número de empresas pesquisadas
Fabricação de produtos alimentícios	10	3
Fabricação de Produtos de Fumo	6	2
Fabricação de produtos de metal	20	5
Fabricação de equipamentos de informática	9	2
Fabricação de utensílio para indústria automotiva	39	6
Fabricação de Produtos diversos	10	3
Serviço de especialização para construção civil	12	2
Comércio de veículos	7	2
Comércio por atacado	13	4
Comércio Varejista	94	14
Transporte terrestre e aéreo	12	3
Edição integrada de comunicação	33	7
Telecomunicações	58	6
Atividades ligadas a Tecnologia da Informação	25	2
Atividades de serviços financeiros	12	1
Seguros e planos de saúde	21	2
Atividades Ligadas a Plano de Saúde	13	1
Atividade de Vigilância e Segurança	10	1
Educação	43	5
Atividade de atenção a saúde	11	2
Total	458	73

Fonte: Elaborada pelos Autores

A amostra continha questionários aplicados no estado do Rio Grande do Sul com foco direto em 73 empresas localizadas em 20 setores diferentes (de acordo com a Comissão Nacional de Classificação – CONCLA, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), somando um total de 458 questionários aplicados. Na tabela 01, encontra-se uma descrição destes setores e o número de empresas e funcionários pesquisados.

Destes 458 entrevistados, 65,9% eram profissionais que trabalhavam em setores operacionais (um total de 302), 16,2% eram profissionais que trabalhavam em setores de supervisão/táticos (um total de 74) e 17,9% eram profissionais que trabalhavam em setores estratégicos (um total de 83).

Uma vez coletados os questionários, foi realizada a digitação dos dados para o *software* estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), sendo o mesmo utilizado para a análise nos procedimentos de estatística descritiva e multivariada. Os dados foram submetidos aos seguintes testes estatísticos, a fim de se realizar a validação de construto e confiabilidade do instrumento: (a) Purificação da Base de Dados, excluindo da amostra questionários mal preenchidos e possíveis *outliers*; (b) Testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) a fim de identificar a adequação das amostras e o teste de esfericidade de Bartlett que indica se as variáveis do instrumento estão correlacionadas, possibilitando a realização da análise fatorial.

A fim de se prepararem os dados para as análises subsequentes, buscou-se primeiramente purificar a base de dados, eliminando questionários de respondentes considerados *outliers* (aqueles que deixaram um grande número de questões em branco ou que utilizaram apenas um ou dois pontos da escala intervalar). Executou-se primeiramente a análise de frequência para todas as questões (práticas) do questionário a fim de verificar a existência de um grande número de não-respostas (*missing*) nas questões. Essa é uma forma de identificar questões que não foram bem compreendidas pelos respondentes, talvez por não terem sido bem traduzidas ou formuladas. Nenhuma questão foi eliminada neste estágio, pois nenhuma apresentou um número expressivo (maior que cinco) de não-respondentes.

Em um segundo momento foram analisados os questionários respondidos, sendo eliminados aqueles cujos respondentes tinham utilizado apenas um ou dois pontos da escala Likert em todas as respostas, o que totalizou dois questionários eliminados. O uso de apenas dois pontos caracteriza uma resposta dicotômica e não intervalar, o que interfere na interpretação dos testes estatísticos de validação.

Em um terceiro momento foram eliminados da base de dados os questionários cujos respondentes não haviam respondido mais do que 10% das questões. Assim, como o questionário possuía 22 questões, foram eliminados os questionários que apresentaram pelo menos duas questões não respondidas, totalizando cinco questionários.

O delineamento experimental e a operacionalização refere-se ao planejamento em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados. O delineamento experimental é um plano de pesquisa no qual o pesquisador manipula ou controla diretamente uma ou mais variáveis preditoras e avalia seus efeitos sobre as variáveis dependentes (HAIR *et al*, 2005).

Esta fase indicou o processo estatístico para o desenvolvimento da taxonomia. Em um primeiro momento foi feita uma análise inicial das pré-condições para Análise Fatorial Exploratória (AFE), com o intuito de buscar as condições necessárias para gerar as subdimensões latentes no conjunto de variáveis. Foram realizados avaliados a media de adequação da amostra (MSA), correlações significantes e a proporção da variância dos dados. Logo após, ocorreu à definição do número de fatores. O intuito era resumir a maior parte da informação original (variância) a um número mínimo de fatores. Foi utilizado o critério da raiz latente, a extração de fatores pelo critério VARIMAX, verificação das comunalidades e análise da confiabilidade. Logo após, se fez a análise das relações entre os fatores, usando as medidas de tendência central e dispersão.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Pré-condições para Análise Fatorial Exploratória (AFE)

Nesta primeira fase da AFE busca-se as precondições necessárias para gerar as subdimensões latentes no conjunto de variáveis. No que tange ao tamanho da amostra, de acordo com Hair *et. al* (2005), esta terá que ser 5 vezes maior do que o número de variáveis a serem agrupadas. No caso analisado houve 22 variáveis, o que se espera um mínimo de 150 questionários aplicados. A amostra teve 458 questionários aplicados o que implica que esta condição foi satisfatoriamente obedecida. Após a coleta de dados o tamanho da amostra se apresentou 20,81 vezes maior do que o número de variáveis a serem agrupadas (458 dividido por 22).

Uma outra pré-condição a ser analisada diz respeito às correlações suficientes que justificam a análise fatorial. De um total de 241 correlações possíveis entre as 22 variáveis analisadas, observou-se que 220 estão acima de 0,3 e estas tem significância maior que 0,001. Outras 21 correlações eram menores que 0,3 e tiveram também significância maior que 0,001. Desse modo, nota-se que os dados gerados na matriz correlacional identificam que há correlações substanciais entre as variáveis estudadas para que se possa fazer a análise fatorial.

Com relação a medida de adequação da amostra (MSA) todos os resultados foram maiores que 0,5. Este resultado demonstra que há um grau de inter-correlação entre as variáveis, sendo possível a adequação da análise fatorial. De acordo com a classificação usada por Hair *et. al* (2005), todas as 22 variáveis analisadas se mostraram admiráveis, pois tiveram os valores da MSA maior do que 0,8. Esta classificação indica que somente quando o valor da MSA for menor que 0,5 é que deverá ser inaceitável a análise fatorial.

O teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) é uma estatística que indica a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as variáveis, ou seja, que pode ser atribuída a um fator comum, então quanto mais próximo de 1 melhor o resultado, ou seja, mais adequada a amostra a aplicação de uma análise fatorial. O teste KMO para esta amostra apresentou o valor de 0,953 demonstrando ser possível a aplicação de uma análise fatorial. Outro teste analisado é o de esfericidade de Bartlett que fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlação tenha correlações significantes entre pelo menos algumas variáveis. Este teste procura um nível de significância assumido de 5% para rejeitar a hipótese nula da matriz de correlação identidade, que menciona que os dados não têm necessidade de serem agrupados. O teste de esfericidade de Bartlett teve uma significância menor que o

aconselhável, fazendo que seja plausível rejeitar a hipótese nula proposta, a um nível de 5% significância, demonstrando que há a possibilidade de agruparem as variáveis.

4.2 Definição do número de fatores

Analisada as pré-condições faz-se necessário identificar a quantidade de fatores extraídos na análise fatorial. Esta quantidade fornece o número de fatores necessários para representar a estrutura latente dos dados. O intuito é resumir a maior parte da informação original (variância) a um número mínimo de fatores. De acordo com a tabela de variância explicada, o ponto de corte foi de 3 fatores, conseguindo explicar 65,583% de toda a variabilidade dos dados. Hair *et. al* (2005), relata que nas ciências sociais o número aceitável de variância explicada deve estar acima dos 60%.

O critério utilizado para extrair o número de fatores foi o da raiz latente que indica que qualquer fator individual deve explicar a variância de pelo menos uma variável se o mesmo há de ser mantido pela interpretação. O autovalor foi maior que 1 e o número de fatores foi de 3. O cálculo da raiz latente é realizado pela soma dos autovalores extraídos dividido pelo número máximo de fatores possíveis a serem extraídos. A extração de fatores pelo critério VARIMAX foi utilizado, porém não forneceu um padrão entendível de alocação de itens aos fatores. Desta forma, fez-se necessário a rotação dos fatores para facilitar o entendimento de cada um dos três. Os carregamentos de cada fator podem ser visualizados na tabela de número 02. É preciso observar que quanto maior o módulo do fator maior sua representatividade. Apesar de não ter uma evidência estatística, mas sim prática, adota que os carregamentos maiores que o módulo de 0,5 seja significativo e maiores que o módulo 0,3 seja aceitável. De todos os carregamentos todos foram considerados aceitáveis.

Tabela 02: Matriz de alocação dos fatores

Variáveis	Carga nos fatores após rotação			Comunalidade	Alfa do fator se item eliminado		
	F1	F2	F3		F1	F2	F3
A minha empresa tem estratégias e políticas ambientais de uso de produtos computacionais.	0,741			0,660	0,910		
Eu tenho o conhecimento dos riscos e perigos na utilização de um computador.		0,721		0,672		0,910	
A reciclagem e o descarte de equipamentos eletrônicos constituem uma das principais metas da minha empresa.	0,827			0,777	0,910		
Na minha empresa há uma preocupação com a reciclagem de baterias.	0,774			0,690	0,910		
A minha empresa tem práticas e políticas de descarte de produtos eletrônicos.	0,848			0,804	0,907		
A minha empresa tem um planejamento para	0,553			0,626	0,908		

reciclar os cartuchos de tinta.							
A minha empresa procura me informar sobre a reciclagem e o descarte de equipamentos eletrônicos.	0,785			0,745	0,906		
A minha empresa procura promover a reciclagem dos produtos computacionais ou resíduos gerados.	0,848			0,805	0,909		
A minha empresa procura diminuir o lixo digital (cadastro, base de dados).	0,623			0,678	0,908		
Eu tenho conhecimento dos danos causados pelos elementos encontrados nos computadores e baterias.		0,841		0,838		0,909	
Minha empresa procura parceiros comerciais que tem preocupações com a tecnologia verde.	0,723			0,687	0,908		
A minha empresa maximiza a vida útil dos produtos computacionais.			0,500	0,428			0,909
A minha empresa procura repensar o conceito de digitalização (menor número de papel).			0,639	0,529			0,910
A minha empresa procura diminuir o consumo de energia com computadores.			0,517	0,569			0,908
A minha empresa reduz a utilização de materiais perigosos (mercúrio, chumbo, etc.) em produtos computacionais.	0,675			0,677	0,907		
Eu tenho conhecimento dos danos causados pelos elementos (arsênico e belírio) nos celulares e baterias.		0,758		0,700		0,900	
A minha empresa maximiza a utilização da arquitetura física dos computadores, buscando qualidade de vida.			0,522	0,563			0,908
A minha empresa permite a utilização da tecnologia (MSN, Orkut, blogs, etc.) como forma de interação social.			0,506	0,299			0,909
A minha empresa utiliza os recursos computacionais de forma eficiente.			0,776	0,656			0,909
Na minha empresa há políticas de aquisição de computadores que tem o selo verde de qualidade.	0,574			0,575	0,909		
Na minha empresa existem políticas e estratégias para melhor utilização dos produtos computacionais.	0,608			0,737	0,909		
A minha empresa vê as boas práticas de utilização de computadores como redução de custo.			0,656	0,680			0,910
Na minha empresa existem políticas e estratégias para conscientizar o melhor uso dos computadores e celulares.	0,643			0,692	0,907		

Fonte: Elaborada pelos Autores

Alocado os respectivos fatores foi possível verificar as comunalidades. No caso a comunalidade analisada (quantia total da variância que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis incluídas na análise) é maior do que 0,5; em todos os fatores (vide tabela 02). Valores menores que 0,5 não são apropriados mostrando que a solução não extraiu a variância do item suficiente para alocá-lo suficientemente a um determinado valor. Logo após, a análise da comunalidade podê-se realizar a análise da confiabilidade para concluir que o conjunto de itens que compõem os fatores é unidimensional e que grande parte da variância é atribuída ao seu comportamento. Nunnaly (1978) indica que um mínimo aceitável para o

alfa de Cronbach é de 0,7. Já Hair *et al.* (2005), menciona que para pesquisas exploratórias em ciências sociais o alfa pode ser reduzido para 0,6. Na tabela de número 02 pode-se verificar que os fatores apresentam valores maiores do que o recomendado.

Realizadas as análises é possível nomear os fatores e interpreta-los. Tendo como premissa a dificuldade de nomear os fatores empíricos relacionados, cada fator recebeu um nome de acordo com a composição dos itens mais representativos em cada fator, ou seja, aqueles que se apresentam em maior número de conceitos similares. O primeiro fator (F1) foi nomeado de “Políticas e Legislação”. O segundo fator (F2) foi designado de “Capacidade de construção”. O terceiro fator (F3) foi nomeado “ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem”.

4.3 Framework: Atividades que geram o Green IT

Logo após, a execução da AFE cabe interpretar os fatores gerados e o seu significado dentro das atividades que produzem sustentabilidade ambiental no processo de produção de informação. Os três fatores podem ser visualizados interligados de acordo com as características que os dividiram.

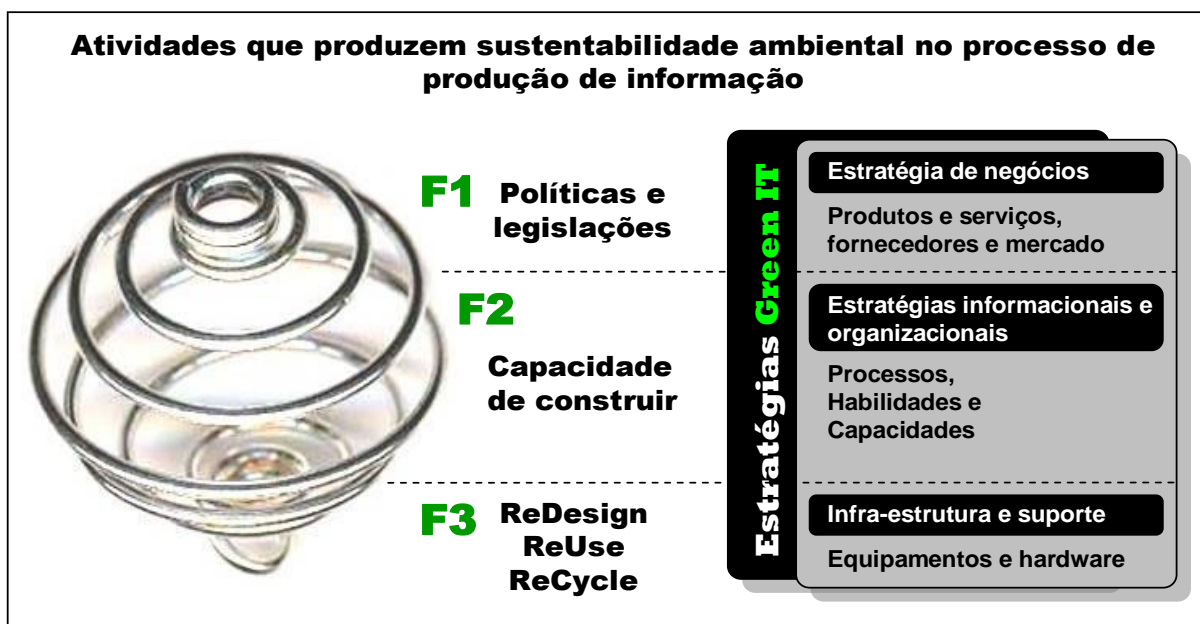


Figura 01: *Framework* de análise das atividades que geram o *Green IT*

Fonte: Elaborado pelos Autores

Os fatores foram representados, na Figura 01, na forma de um espiral. Este espiral traz uma separação dos três fatores, porém estes se encontram unidos, por serem partes das atividades de *Green IT*. A forma achatada de um disco, com um aglomerado esférico do

espiral ajuda a compreender que as atividades de *Green IT* giram em torno de um ponto central, afastando ou se aproximando do ponto, dependendo do sentido que percorre a curva.

A classificação dos fatores em “Políticas e Legislação”, “Capacidade de construção” e “ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem” e a sua redistribuição dentro do espiral foi feito com base em conceitos gerados pelos autores Sayeed e Gill (2008), Varon (2009), Velte *et. al* (2008) e Olson (2008). No desenho do espiral, observa-se que o fator F2 encontra-se no meio, com um tamanho maior das suas curvas, indicando ser o conjunto de fatores que receberam maior média pelos respondentes dos questionários. Os outros dois fatores tiveram médias menores, por isso foram alocados nos extremos esférico da espiral.

4.3.1 Políticas e Legislação

O fator F1 diz respeito às políticas e legislações referentes às estratégias de negócios, indicando as estratégias e metas constituídas pelas organizações estudadas. Seu foco se dá diretamente no relacionamento com fornecedores e mercado, tendo em vista a maior sustentabilidade ambiental/econômica dos produtos e serviços. Resumidamente, este fator agrega as políticas e as ações que as organizações utilizam para produzirem sustentabilidade ambiental no processo de produção de informação.

Este fator foi que teve o maior número de variáveis incorporadas, um total de treze. As variáveis que tiveram o maior valor atrelado aos fatores são que indicavam as práticas e políticas da empresa com relação aos descartes de equipamentos eletrônicos e a ações feitas de reciclagem de produtos computacionais e seus resíduos gerados.

Com um grau um pouco menos acentuado este fator teve variáveis que indicavam a preocupação da empresa com seus descartes, no caso equipamentos eletrônicos e baterias. Dentro deste mesmo fator, encontram-se ainda as exigências de se manter relacionamento com parceiros que detém ou incentivam tecnologia verde.

Dentro deste fator ainda encontram-se, mas com pequena representatividade, as propostas das organizações em reciclar os cartuchos de tinta, os incentivos a diminuição do lixo digital, as campanhas de redução da utilização de materiais que contenham produtos nocivos à saúde humana (mercúrio, chumbo, etc.) e as políticas de aquisição de computadores que contém o selo verde.

4.3.2 Capacidade de Construção

O fator F2 diz respeito à Capacidade de Construção das estratégias informacionais e organizacionais por parte dos funcionários. O foco deste fator é aptidão que a organização tem de trabalhar suas capacidades e habilidades para desenvolver processos com responsabilidade ambiental. Resumidamente, este fator mede a capacidade de construção de políticas informacionais e organizacionais mais ecológicas no processo de produção de informação.

Apesar de este agrupamento ser considerado o que teve menor aglomeração de variáveis, ele teve as maiores médias, de acordo com os respondentes dos questionários. Suas três variáveis agrupadas dizem respeito ao conhecimento necessário para que as políticas de apoio as atividades ligadas ao *Green IT*. A variável que teve o maior fator atrelado a este agrupamento, diz respeito aos conhecimentos que os funcionários têm sobre os riscos dos elementos tóxicos encontrados nos computadores e baterias, como: belírio, arsênico mercúrio, chumbo, entre outros. Outra variável encontrada neste fator reforça a última variável, pois declara que os respondentes conhecem os danos causados por elementos encontrados em celulares e baterias. Por fim, neste fator os entrevistados sintetizaram que tem conhecimento dos riscos e perigos na utilização de computadores.

4.3.3 ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem

O fator F3 diz respeito às políticas e ações ambientais desenvolvidas com base na infraestrutura e suporte de TI. O foco deste fator foi às ações ambientais que envolviam os equipamentos e hardwares das organizações, através dos conceitos de ReDesign, ReUtilização e Reciclagem. Resumidamente, este fator mede a capacidade das ações de ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem no processo de produção de informação.

Este fator teve sete variáveis agrupadas que indicavam as ações de ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem. A variável que teve o maior fator menciona a busca das organizações por ferramentas mais eficientes nos usos dos recursos computacionais. Dentro deste ponto, outra variável que fez parte deste fator diz respeito ao fato destas boas práticas gerarem uma redução de custo. Isto implica, que as ações de ReDesign, ReUtilização e ReCiclagem, foram alocadas em um fator que demonstra a importância dos aspectos ambientais e econômicos na produção de informação.

Procurando reafirmar a integração entre a esfera econômica e ambiental a variável repensar o conceito de digitalização foi incorporada a este agrupamento, pois nela se discute a

eficiência no número de relatórios em folhas de papel. Outras duas variáveis comprovam a preocupação dentro destas duas esferas: a maximização da vida útil dos produtos e a diminuição do consumo de energia nos computadores. Além desta abordagem, surge também neste fator a preocupação do uso da tecnologia da informação, como fator de desenvolvimento social, no caso, este item é referenciado pela variável que demonstra que a utilização da tecnologia (MSN, *orkut*, *blogs*, etc.) é uma forma de interação social. Por fim, este fator agrupa uma variável que se preocupa com a utilização da arquitetura física dos computadores buscando uma qualidade de vida para o usuário.

4.3.4 Comparação entre os Fatores

Os relacionamentos gerados pelos três fatores ajudam a compreender a dinâmica das práticas de *Green IT* das organizações estudadas no que tange a produção de informação. Observar-se que as médias encontradas nos casos estudados demonstram que os comportamentos dos três fatores encontram-se diferentes, de acordo com os entrevistados (vide figura 02).

Como menciona Vetel *et. al* (2008) a Política e Legislação é uma força tarefa que procura analisar o estado das atuais técnicas de gestão de e-lixo, recomendam as soluções de gestão dos e-resíduos. Esta é uma força tarefa que procura direcionar através de um planejamento as questões macro de gestão dos descartes de TI e a redução no consumo de energia.

As políticas e legislações representadas pelo Fator 1 tiveram baixas médias na avaliação dos respondentes dos questionários, mais precisamente a maioria respondeu dentro da escala de 4 a 8. Isto indica que as políticas e legislações não são consideradas como um fator preponderante, dentro do espiral das atividades que produzem sustentabilidade ambiental na produção de informação. Este fator se mostra presente na avaliação dos respondentes, porém a alegação é que apesar de algumas organizações terem estas práticas, elas não exercem grande influência na consciência ambiental.

A Capacidade de Construção é uma força tarefa que tem como objetivo a construção de infraestrutura para a sustentabilidade eficiente, abrangendo aspectos relevantes de todo o ciclo de vida (HARRIS, 2008).

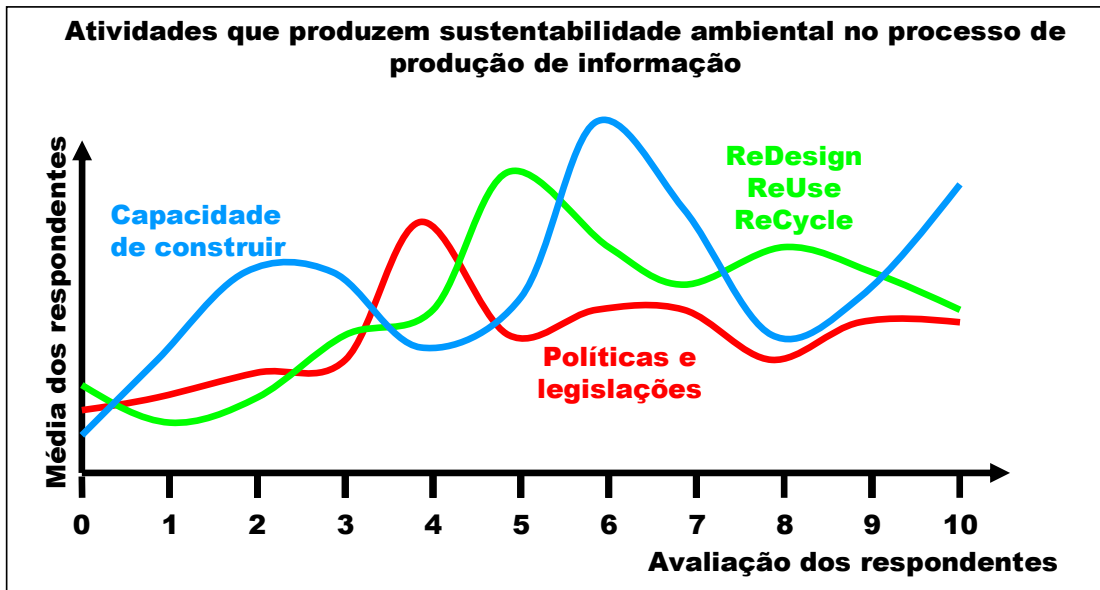


Figura 02: Comparação entre os indicadores de *Green IT*

Fonte: Elaborado pelos Autores

O fator “Capacidade de Construir” foi o que obteve maiores médias dos respondentes, demonstrando ser o que teve maior número de respondentes entre as escala de 5 a 10. Isto implica dizer, que maioria dos respondentes demonstrou ter uma consciência ambiental, no que diz respeito aos seus atos de produzir informações através da TI. Suas médias indicaram que há uma consciência com relação aos danos causados por uma má conduta no processo de produção da informação. Ficou constatado que apesar de uma baixa média nas políticas e legislações das organizações, os utilitários da TI têm uma consciência com relação ao tema do *Green IT*. No entanto, esta média da consciência teve um desvio-padrão alto, demonstrando que estes utilitários não têm uma visão homogênea das variáveis analisadas.

Com uma média intermediária entre os fatores 1 e 2 encontra-se o “ReDesign, ReUse e ReCiclagem” que são abordagens que trabalham diretamente com as ações em equipamentos e suporte. Sua média concentrou entre as escalas de 4 a 9, demonstrando que a uma conscientização nas organizações estudadas com relação à produção da informação. Os respondentes relataram uma preocupação mais efetiva com estas práticas tentando conciliar a abordagem ambiental atrelada aos fatores econômicos, tendo uma pequena parcela envolvida com as atividades sociais.

Resumidamente, a relação entre os três fatores demonstra que a uma preocupação por parte do entrevistado com as questões ligadas ao *Green IT* e que este se mostram ter conhecimento sobre o assunto. No entanto, este conhecimento não parece vir das políticas e

legislações existentes dentro das empresas. Parecem produtos da vivência prática das ações de ReDesign, ReUse e ReCiclagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conjuntura atual, onde a oferta dos mais diversos serviços de TI tornou-se prática comum gerou desafios no que tange as políticas de descarte de materiais que auxiliam a produção de informação. Ao analisar a consolidação dos resultados observa-se que as práticas de *Green IT* tiveram uma relevância junto à maioria dos 458 entrevistados. A partir do panorama descrito nota-se que esta importância não advém diretamente das políticas e legislações empregadas pelas empresas. Este resultado deve-se, em um primeiro momento, ao fato dos respondentes demonstrarem um alto conhecimento dos problemas gerados pela produção da tecnologia da informação, associados à baixas médias de políticas e legislações usadas por empresas. Apesar de a gestão ambiental ser considerada uma temática cada vez mais aceita por teóricos e práticos, deve-se assumir que nem todas as empresas dos respondentes desenvolvem a questão ambiental com o mesmo nível de relevância. Este estudo identificou algumas das possíveis relações existentes entre o uso da TI e as práticas de *Green IT*, que explicam esta constatação:

- a) nas empresas dos respondentes, percebeu-se que as estratégias de *Green IT* bem como sua amplitude, em sua grande maioria, definem o escopo de produtos e relacionamentos com fornecedores e mercados, no entanto, não consegue sensibilizar os funcionários;
- b) os funcionários alegam que o conhecimento sobre as ações de manuseio de maquinários eletrônico e seus descartes não advém das políticas e regulamentações;
- c) o alinhamento estratégico entre as políticas e legislações sobre *Green IT* e a produção de informação por partes de seus usuários se mostrou algo a ser trabalhado nas empresas estudadas.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são relevantes tanto para a academia como para a prática. Para a academia, este *framework* contribuiu com o desenvolvimento teórico do campo de pesquisa em *Green IT*. Nota-se que este é um desafio extremamente importante para a comunidade acadêmica, pois o campo sofre tanto de escassa base teórica como de falta de conceitos. Para a prática, o *framework* será referência útil para as empresas que estão desenvolvendo estratégias de descartes de resíduos e equipamentos eletrônicos. É preciso

mencionar que o *framework* proposto é um primeiro passo no entendimento das razões subjacentes à criação de estratégias que envolvem *Green IT*. Entretanto, faz-se um alento que este *framework* necessita de ser testado empiricamente em outras pesquisas e que seu potencial para planejar estratégias gerenciais ainda seja explorado. O presente artigo, deste modo, procurou incentivar/desafiar novos autores a trabalharem o conceito de *Green IT*.

Apesar de o estudo apresentar uma visão parcial dos respondentes e de um provável viés da análise dos métodos quantitativos, acredita-se que uma de suas maiores contribuições encontra-se na proposta de junção dos três fatores encontrados, presentes isoladamente nos trabalhos de Bollatos e Basali (2007), Clark (2005), Harris (2008), Liang e Xue (2009), Molla (2008), Olson (2008), Rao e Holt (2005), Rivera-Camino (2007), Sayeedd e Gill (2008), Varon (2009) e Velte *et. al* (2008); estabelecendo, a partir deste relacionamento, a possibilidade de uma compreensão mais profunda dos termos abordados no *Green IT*. Em uma instância mais ampla, acredita-se que a pesquisa tenha destacado a importância de associar as estratégias de sistema de informação com o controle do descarte de seus materiais. No âmbito do planejamento, a integração destes fatores propiciará uma maior eficiência dos meios de produção de informação e uma maior sensibilidade as questões ambientais. Estudos relacionados a esse tema podem ser de grande contribuição para a sustentabilidade ambiental e econômica das empresas brasileiras, que poderiam ter mais uma alternativa para o aumento da produtividade e competitividade nos negócios, com uma consciência ambiental.

O presente trabalho não pretendeu esgotar o assunto sobre *Green IT*. Neste artigo, realizou-se uma fundamentação teórica sobre as principais temáticas que envolvem o *Green IT*, dentro da função de produção da informação. Essa fundamentação pautou-se nos mais representativos estudos da área, os quais, ainda que carentes de evidência empíricas, fornecem um arcabouço teórico interessante para estudar esta abordagem. A pesquisa empírica realizada permite ressaltar, que de fato, a função da produção de informação é tida como fundamental para a gestão ambiental empresarial, mas esse fenômeno é mais complexo e menos linear quando comparado as práticas de *Green IT*. Nesse sentido, deve ser registrado que as organizações dos entrevistados localizam-se em diferentes estágios da linha evolutiva da gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

AZZONE, Giovanni e NOCI, Giuliano. Seeing ecology and “green” innovations as a source of change. **Journal of Organizational Change Management**, Vol. 11 N. 2, p. 94-111, 1998.

BANSAL, P. e ROTH, K. Why companies go green: A model of ecological responsiveness. **Academy of Management Journal**, Vol. 43, N. 4, p. 717-736, 2000.

BOLLATOS, Samir B. BASALI, Nadia A. **Green Technology and design for the environment**. New York: McGraw-Hill, 2007.

BORUP, Mads. Green Technology Foresight as Instrument in Governance for Sustainability. Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, **Anais....**, 2004.

CHENG, Jao-Hong; YEH, Chung-Hsing e TU, Chia-Wen. Trust and knowledge sharing in green supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, Vol. 13/4, p. 283-295, 2008.

CLARK, James e MACQUARRIE, Duncan. **Handbook of Green Chemistry & Technology**. Nova York: BlackWeel, 2005.

DAHLMANN, Frederik; BRAMMER, Stephen e MILLINGTON, Andrew. Environmental management in the United Kingdom: new survey evidence. **Management Decision**, Vol. 46 N. 2, p. 264-283, 2008.

DOWNING, D.; J. CLARK. **Estatística aplicada**. São Paulo: Editora Saraiva, 1998.

D'SOUZA, Clare; TAGHIAN, Mehdi; LAMB, Peter e PERETIATKOS, Roman. Green products and corporate strategy: an empirical investigation. **Society and Business Review**, Vol. 1 N. 2, p. 144-157, 2006.

FREUND, John; SIMON, Gary. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 9 e.d. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GETZNER, Michael e GRABNER-KRAUTER, Sonja. Consumer preferences and marketing strategies for "green shares": Specifics of the Austrian market. **The International Journal of Bank Marketing**, Vol. 22 N. 4, p. 260-278, 2004.

HAIR JR, J.F.; R.E. ANDERSON; R.L. TATHAM, W.C. BLACK. **Multivariate Data Analysis**. 5 e.d. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.

HARRIS, Jason. **Green computing is the environmentally responsible use of computers and related resources**. New York: McGraw-Hill, 2008.

HOSTAGE, Todd J.; NEIL, Thomas C.; DECKER, Ronald L. e LORENTZ Richard D. Seeing environmental opportunities: effects of intrapreneurial ability, efficacy, motivation and desirability. **Journal of Organizational Change Management**, Vol. 11, N. 1, p. 11-25, 1998.

LEE, Su-Yoi. Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives. **Supply Chain Management: An International Journal**, Vol.13, N.3, p. 185-198, 2008.

LIANG, Huigang e XUE, Yajiong. Avoidance of information technology threats: a theoretical perspective. **MIS Quarterly**, Vol. 33 N. 1, p. 71-90, 2009.

MOLLA, Alemayehu; COOPER, Vanessa; CORBITT, Brian; DENG, Hepu; PESZYNSKI, Konrad; PITTAYACHAWAN, Siddhi e TEOH, Say Yen. E-Readiness to G-Readiness: Developing a Green Information Technology Readiness Framework. 19th Australasian Conference on Information Systems, **Anais.....**, 2008.

OLSON, Eric G. Creating an enterprise-level “green” strategy. **Journal of Business Strategy**, Vol. 29, N. 2, p. 22-30, 2008.

PORTER, M. E. e VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, Vol. 73 N. 5, p. 12-34, 1995.

RAO, Purba. Greening production: a South-East Asian experience. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 24 N. 3, p.289-320, 2004.

_____ HOLT, Diane. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 25 N. 9, p. 898-916, 2005.

RIVERA-CAMINO, Jaime. Re-evaluating green marketing strategy: a stakeholder perspective. **European Journal of Marketing**, Vol. 41 N. 11/12, p. 1328-1358, 2007.

RUSSO, M.V. e FOUTS, P. A. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. **Academy of Management Journal**, Vol. 40, N. 3, p. 534-559, 1997.

SAYEED, Luftus e GILL, Sam. An Exploratory Study on Environmental Sustainability and IT Use. Americas Conference on Information Systems – AMCIS, **Anais.....** , 2008

VARON, Elana. **The Greening of IT**. Disponível em: <http://www.cio.com/article/196450>. Acessado em: 19 de março de 2009.

VANTTINEN, Marika e PYHALTO, Kirsi. Strategy Process as an Innovative Learning Environment. **Management Decision**, Vol. 47, N. 5, p. 37-49, 2009.

VELTE, Toby; VELTE, Anthony e ELSENPETER, Robert. **Green IT: reduce your information system’s environmental impact while adding to the bottom line**. New York: McGraw-Hill, 2008.