

TI Verde: uma Análise à Luz da Teoria da Estruturação

Autoria: Décio Bittencourt Dolci, Ana Carolina Salles, Ana Paula Ferreira Alves, Guilherme Lerch Lunardi

Resumo

Frente à necessidade de melhor compreender a relação entre estratégias de sustentabilidade e práticas da TI Verde, desenvolveu-se a presente pesquisa tendo por objetivo analisar a adoção da TI Verde nas organizações à luz da Teoria da Estruturação, com base no modelo de Orlikowski et *al.* (1995). Os resultados apontam que o modelo estruturacional da tecnologia se mostra adequado para investigar o fenômeno TI Verde. À medida que certas propriedades estruturais da organização influenciam os agentes humanos na adoção da TI Verde, sua adoção reforça a dimensão ambiental da sustentabilidade como propriedade institucional da organização.

1 Introdução

O desenvolvimento sustentável surgiu gradualmente, tornando-se uma lógica para resolver problemas ambientais e sociais prementes gerados por um crescimento marcado pelo desperdício e consumismo exagerado de recursos não renováveis. Entre os temas de pesquisa altamente discutidos recentemente nesta questão, está a TI Verde, pois, por um lado a TI contribui para o problema, precisando estudos e ações para minimizar seu impacto, por outro, fornece soluções importantes para a minimização dos problemas. Por ser um tema de pesquisa novo, abrem-se diversas perspectivas de análise, possibilitando a formulação de conceitos e tipologias (MURUGESAN, 2008; DEDRICK, 2010; FAUCHEX; NICOLAÏ, 2011), a apresentação de práticas (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011) e a compreensão de seu papel na sustentabilidade ambiental (LUNARDI; ALVES; SALLES, 2012; CAI; CHEN; BOSE, in press). No presente artigo, contribui-se no conhecimento do tema ao examinar como ocorre o processo de institucionalização da TI Verde nas organizações. Desconhecem-se estudos com esta visão até o momento.

As organizações estão inseridas em um determinado ambiente com o qual mantêm relações recíprocas de influência. As pressões decorrentes dessas relações passam pela interpretação dos gestores das organizações que promovem ações que originam mudanças de cenário, buscando a sobrevivência em longo prazo. Como resposta a essas pressões, surgem novos modelos organizacionais direcionados à sustentabilidade, vistos como mais adequados para o novo contexto (BARBIERI; SIMANTOB, 2007). De acordo com Elkington (2001), as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) devem ser observadas nas estratégias e estruturação dos processos organizacionais.

A ação dos indivíduos nas organizações é definida a partir de um processo de construção social que ocorre ao longo do tempo e do espaço, constituindo-se num conjunto de práticas que dependem de diversos fatores como, por exemplo, da maneira particular de como cada ator organizacional aprende papéis a ele designados, da relação com outras pessoas, bem como dos contextos cultural e ambiental, nos quais ele está inserido (JUNQUILHO, 2003). Analisar como as organizações criam seus sistemas cognitivos de interpretação e reconhecer seu impacto sobre as ações pode ser útil para melhorar a compreensão dos fenômenos organizacionais.

Diversos estudos, como os de Murugesan (2008), Lunardi, Alves e Salles (2012; 2013), Zhang e Liang (2012) se direcionam a mostrar objetivamente o que ocorre e quais são os fenômenos mais comuns relacionados à TI Verde nas organizações. Porém, se percebe a necessidade de compreender **como** esses fenômenos acontecem, explicando a dinâmica no ambiente organizacional. Nesse sentido, apresenta-se este artigo tendo por objetivo: **explicar como se dá o processo de meta-estruturação e estruturação da TI Verde nas organizações.**

Apresenta-se a reflexão com base em dados empíricos coletados em empresas interessadas no movimento TI “Verde” usando a lente proposta por Orlikowski et al. (1995), para examinar a introdução de inovações tecnológicas nas organizações. Essa proposta é uma evolução do modelo estruturacional da tecnologia desenvolvido pela autora em 1992. Ao propor que a tecnologia seja entendida do ponto de vista da Teoria da Estruturação de Giddens (1984), recomenda-se que esta seja percebida como uma propriedade estrutural das organizações que desenvolvem ou usam a tecnologia. Salienta-se que a pretensão desta reflexão, ao envolver elementos de tamanha profundidade, não é esgotar o assunto; pelo contrário, propõe-se iniciar a discussão sob a perspectiva de observar a TI Verde sob a ótica da Estruturação.

É válido observar que diversos autores recorrem a esta proposta de pesquisa para pesquisar diferentes fenômenos na área de Sistemas de Informação. No Brasil, Dolci (2011) adota o modelo de Orlikowski et al (1995) para mostrar que os métodos ágeis se adequam melhor à meta-estruturação no desenvolvimento de sistemas de informação. Bobsin e Hoppen (2011) utilizam a teoria da estruturação para auxiliar na compreensão do processo de legitimação das redes sociais virtuais organizacionais (RSVO). No exterior, Rondon, Sese e Christiannse (2011) descrevem a assimilação da tecnologia em Sistemas de Informação Interorganizacionais destacando o processo de pós-implementação tecnológica. Greenhalgh e Stones (2010) explicam como acontece a introdução de novas tecnologias nos sistemas de saúde do Reino Unido. Nocak et al., (2012) toma por base a teoria da estruturação com intuito de identificar como os novos sistemas de TI para a administração de rotinas de prescrição de medicamentos se cruzam com outros sistemas de rotinas organizacionais.

Realizada esta introdução, o trabalho está dividido em outras quatro partes. Na primeira, apresenta-se uma revisão da literatura sobre a temática Sustentabilidade, TI Verde e Teoria da Estruturação. Na segunda, descreve-se a metodologia utilizada neste estudo. Na etapa seguinte, faz-se uma discussão dos resultados. Por fim, tem-se com as considerações finais, apresentando limitações e possibilidades de novas pesquisas.

2 Contexto Teórico

Desenvolve-se a revisão da literatura para a presente pesquisa a partir dos dois pilares: Sustentabilidade e Teoria da Estruturação de Giddens. O primeiro aborda dimensão ambiental da sustentabilidade e sua relação com a temática TI Verde. O segundo, por sua vez, argumenta acerca do modelo de Orlikowski et. al (1995), onde se encontra os processos de meta-estruturação e estruturação da tecnologia.

2.1 Sustentabilidade e a Dimensão Ambiental

O grande avanço científico e tecnológico das últimas décadas desconsiderou a conexão entre economia e ecologia, tendo como resultado negativo a degradação ambiental do planeta. A diminuição de reservas de recursos não renováveis, o aumento dos resíduos sólidos *per capita* e a redução de espaço para o seu armazenamento são exemplos de consequências de um desenvolvimento insustentável. No entanto, em resposta a esses problemas, algumas empresas começaram a incorporar a gestão ambiental em suas práticas, não apenas de forma a cumprir a legislação vigente, mas de modo voluntário, sendo consideradas proativas. Assim, práticas são implementadas com o intuito de reduzir o impacto das empresas ao meio ambiente, em longo prazo. Desse modo, podem-se observar práticas que envolvem uma nova perspectiva de produção, a qual concilia resultados positivos e melhora da performance econômica e ambiental interrompendo, assim, uma visão de conflito entre economia e ecologia (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008).

Em meio às discussões acerca da economia e dos problemas ambientais, o termo desenvolvimento sustentável foi conceituado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, em seu relatório “*Our Common Future*”, também conhecido como Relatório Brundtland. Reunindo preocupações ambientais com questões socioeconômicas, o termo desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que “satisfaz às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas necessidades” (WCED, 1987, p. 43). Apresenta de forma explícita um dos princípios básicos de sustentabilidade – a visão de longo prazo – uma vez que os interesses das futuras gerações devem ser analisados. Esta definição, em função de seu caráter amplo e vago, resultou em uma gama variada de correntes, conceitos e definições sobre o tema

(BRITO; BERARDI, 2010), o que contribuiu para sua propagação no mundo. Para Claro, Claro e Amâncio (2008), o termo está cada vez mais presente no âmbito empresarial

Ao compreender que a sustentabilidade deve incorporar aspectos sociais, ambientais e econômicos, Elkington (2001) introduziu o conceito de sustentabilidade como *triple bottom line*, que tem por finalidade analisar a sustentabilidade, além das medidas tradicionais de lucro, retorno do investimento e valor para o acionista, para incluir dimensões sociais e ambientais (SLAPER; HALL, 2011; ELKINGTON, 2001). A dimensão ambiental abrange a preocupação em produzir e consumir de maneira a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação (NASCIMENTO, 2012; ELKINGTON, 2001). A dimensão social envolve esforços para erradicar a pobreza e definir um padrão para uma vida digna, de modo justo e equitativo, entre todos os habitantes do planeta (NASCIMENTO, 2012; FENKER, 2012; ELKINGTON, 2001). A dimensão econômica, por sua vez, inclui economia formal e informal, no sentido de prover serviços para os indivíduos e grupos, de modo a aumentar a renda monetária e o padrão de vida dos indivíduos (CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008).

2.2 A TI Verde

A TI tem representado uma parte significativa e crescente dos problemas ambientais que a sociedade se depara atualmente (MURUGESAN, 2008). Problemas como o elevado consumo de energia elétrica (que contribui, também, para a emissão de gases nocivos), a quantidade de insumos não-renováveis utilizada na produção de computadores e periféricos, bem como o descarte de equipamentos obsoletos (OZTURK et al., 2011) são os mais visíveis. Entretanto, a abordagem chamada como TI-pelo-verde não considera mais a TI como uma razão pelos problemas ambientais, mas sim como uma potencial solução aos problemas ambientais (LOSS et al., 2011).

O efeito negativo da TI na dimensão ambiental da sustentabilidade e a magnitude do tema sustentabilidade estimulou o interesse da academia para a realização de pesquisas sobre TI Verde (CHEN et al., 2008; WATSON et al., 2010; SISAYE; BIRNBERG, 2010). Alguns representantes do “movimento verde” afirmam que ser “verde” é uma reação aos excessos resultantes do desenvolvimento das sociedades e do aumento de resíduos gerados por tal desenvolvimento (BROOKS; WANG; SARKER, 2010). Ser “verde” significa adotar meios sustentáveis para planejar e investir, atendendo às necessidades de hoje – bem como às necessidades de amanhã – preservando os recursos e reduzindo os custos organizacionais (POLLACK, 2008). Na área de TI, o movimento “verde” vem sendo comumente referido pelos estudiosos da área como TI Verde (MOLLA et al., 2008), um termo genérico para as medidas e atividades do departamento de TI das empresas que visam contribuir para os objetivos orientados pela dimensão ambiental da sustentabilidade empresarial (CHEN et al., 2008; SCHIMIDT et al., 2010).

A TI Verde não é um conceito plenamente definido, tão pouco um conjunto de práticas uniformemente aceitas (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011). Para Murugesan (2008), TI Verde é o estudo e a prática de projetar, fabricar, utilizar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados (monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e de rede e sistemas de comunicação), de modo eficiente e eficaz, com o mínimo de impacto para o meio ambiente. Além disso, está atenta ao desperdício, inclui a economia da eficiência energética e o custo total de propriedade, englobando o custo de descarte e reciclagem. De acordo com Schmidt et al. (2010), a TI Verde compreende, ainda, instrumentos para controlar, orientar e comunicar as práticas adotadas. Nesse contexto, a TI Verde é considerada como o ciclo de vida completo das tecnologias de informação e de comunicação, envolvendo processos ambientalmente corretos de design, de produção, de operação e de eliminação (ELLIOT, 2007).

Quando se fala em TI Verde, alguns conceitos se vinculam: eficiência energética e ambientalmente correto; planejamento e investimento em uma infraestrutura tecnológica que sirva às necessidades de hoje, conservando recursos necessários para gerações futuras (POLLACK, 2008). Assim, a TI Verde pode ser vista como uma abordagem holística e sistemática para enfrentar os desafios da infraestrutura de TI, dos impactos ambientais das atividades de TI, do suporte de TI para as práticas empresariais ambientalmente sustentáveis e do papel da TI na economia de baixo carbono (MOLLA et al., 2008). Ao utilizar uma visão sociotécnica, Brooks, Wang e Sarker (2010) classificaram a TI Verde em: (a) iniciativas que empregam a infraestrutura de TI na mudança de processos e/ou práticas organizacionais para melhorar a eficiência energética e reduzir os impactos ambientais; e (b) produtos de TI ambientalmente saudáveis. Desse modo, a TI Verde pode inserir estratégias ambientalmente favoráveis nas organizações, bem como introduzir produtos ambientalmente corretos no mercado.

Colocar em prática a TI Verde exige algumas mudanças de comportamento e tecnologias, além de investimentos financeiros para viabilizar o processo de adoção dessas práticas. É importante ressaltar que a busca pela dimensão ambiental da sustentabilidade não significa abandonar o pensamento econômico, até mesmo porque a economia é direcionada para o problema de alocar recursos escassos – e recursos como as energias livres de emissão de gases e os componentes eletroeletrônicos são particularmente recursos escassos (WATSON; BODREAU; CHEN, 2010).

Bose e Xin (2012) afirmam que boa parte dos estudos disponíveis indica que a atuação da área de TI é crítica para enfrentar o problema, porém precisa do envolvimento da organização como um todo para a obtenção de resultados significativos. Também atentam ao fato de que o impacto negativo da TI no meio ambiente pode ser minimizado por mudanças tecnológicas e mudanças comportamentais. As mudanças tecnológicas se concentram em melhorar as infraestruturas de TI e de negócios para torná-las ambientalmente corretas. Nesse sentido, a escolha, adequada e consciente, de produtos e serviços para a TI e outras atividades comerciais da organização, visando maior eficiência energética da infraestrutura de TI, contribui para a redução do impacto ambiental. As mudanças de comportamento, por conseguinte, podem ser realizadas através do agir de maneira ambientalmente responsável e pelo desenvolvimento e aplicação de políticas organizacionais alinhadas com a estratégia de TI da organização.

Para que a TI Verde traga resultados, segundo Ko, Clark e Ko (2011), é necessário que a organização esteja consciente sobre a necessidade de abordar as questões ambientais de uma forma mais proativa, de modo a proteger o meio ambiente e aumentar seu desempenho ambiental, enquanto reduz o impacto negativo de suas atividades sobre o mesmo. O apoio da alta gerência é também um fator significativo, visto que é ela que geralmente determina a forma e a direção das atitudes gerenciais da organização (DICK; BURNS, 2011). Diante destas últimas considerações, se faz necessário melhor compreender a dinâmica do processo de “esverdear a TI da organização”. Inicia-se apresentando as teorias que serviram de base para a presente pesquisa, a seguir.

2.3 A Teoria da Estruturação de Guiddens

O modelo de estruturação de Guiddens (1984) é útil para a análise organizacional, permitindo a compreensão de **como** ocorre o processo de estruturação da ação humana, ou seja, pode ajudar na percepção de regras e recursos inerentes a sistemas sociais próprios de uma dada estrutura social e porque certas práticas sociais são construídas no cotidiano de trabalho. Para Guiddens (1989), o conceito de dualidade de estrutura, consiste em regras e recursos implícitos na produção e reprodução do ambiente que, ao mesmo tempo, são os

meios de reprodução do sistema. A estrutura de Guiddens é simultaneamente restritiva e facilitadora, esse processo pressupõe a monitoração reflexiva e a integração de agentes na atividade social com ações e consequências limitadas. O esquema interpretativo representa uma das principais dimensões da dualidade da estrutura em interação (capacidade cognoscitiva dos agentes e as características estruturais). É com base nessa modalidade, que os atores reproduzem os sistemas de interação e reconstituem suas propriedades estruturais.

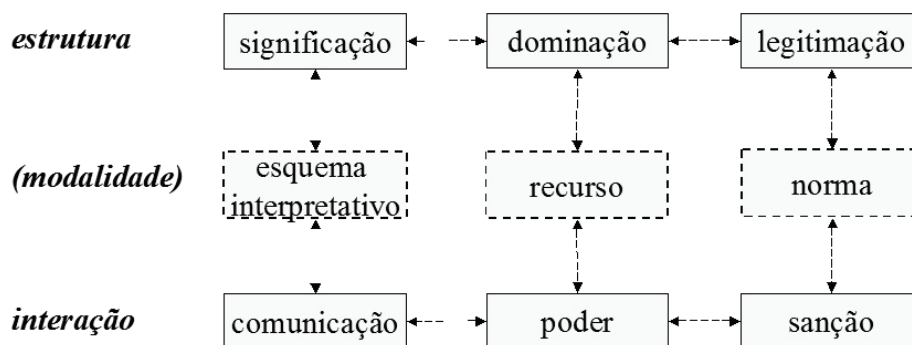


Figura 1: Modelo da Estruturação de Guiddens
Fonte: Guiddens (1984)

2.4 Meta- estruturação e estruturação da tecnologia

Ao recomendar que a tecnologia seja entendida do ponto de vista da Teoria da Estruturação de Giddens (1984), Orlikowski (1992) propõe que esta deve ser considerada como uma propriedade estrutural das organizações que desenvolvem ou usam tecnologia. Observa-se que Giddens **não deixa explícito como a tecnologia** se insere neste processo de mudanças sociais, sendo um marco importante dos estudos de Orlikowski (1992), ao desenvolver o modelo estruturacional da tecnologia. Seu modelo torna-se útil à compreensão da co-evolução e interações entre tecnologia, propriedades institucionais e ações dos indivíduos em estudos organizacionais. Dentre as propriedades institucionais das organizações, estão dimensões organizacionais como estratégias de negócios, ideologias, cultura, mecanismos de controle, como também pressões ambientais, entre elas: regulamentações governamentais, normas profissionais, estado de conhecimento da tecnologia e condições socioeconômicas.

Orlikowski et al (1995) retomam a investigação sobre o modelo estruturacional da tecnologia e propõe uma atualização do mesmo com a inclusão de duas novas dimensões de análise, a saber: mediação e tecnologia em uso (figura 2). Com a inclusão dessas duas novas dimensões, Orlikowski chama a atenção para o processo de meta-estruturação que ocorre na fase de introdução de uma nova tecnologia, que é a interação entre as tecnologias em uso pela organização e a mediação dos gestores/profissionais de TI no processo de estruturação da inovação tecnológica. O modelo de meta-estruturação é útil a compreensão da co-evolução e interações entre tecnologia, propriedades institucionais e ações dos indivíduos. O termo “Meta-estruturação” refere-se às alterações deliberadas em curso de estruturação dos utilizadores da própria tecnologia (Orlikowski et al, 1995.), Em outras palavras, é uma estruturação de segunda ordem da tecnologia que tem como base a mediação para desenvolver a assimilação e adaptação dos usuários no processo de estruturação de uma tecnologia.

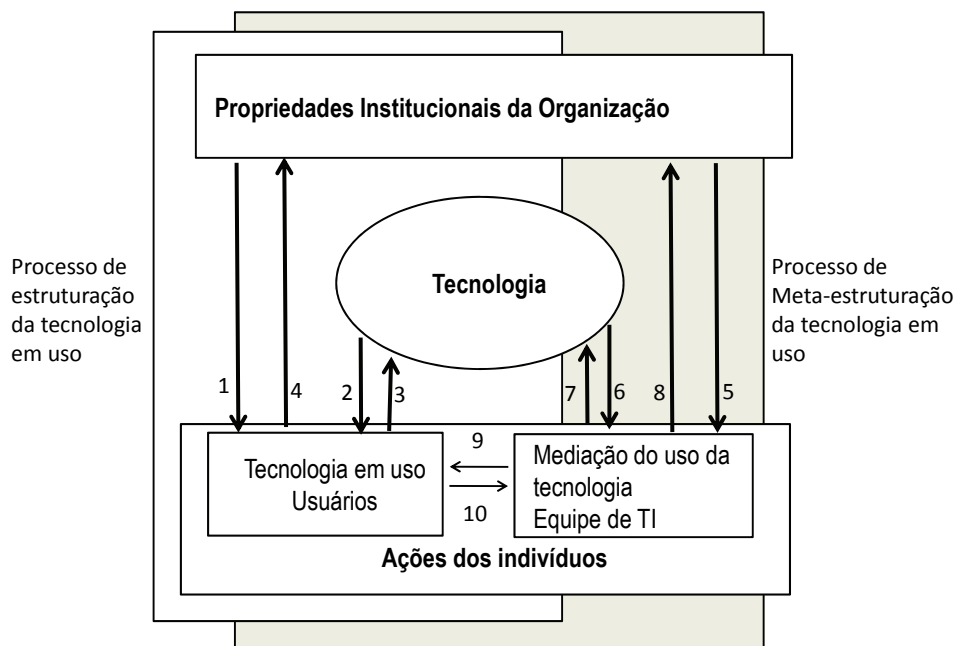


Figura 2: Processos de meta-estruturação e estruturação da tecnologia
Fonte: Orlikowski et al. (1995)

O modelo, por um lado, mostra o processo de meta-estruturação da tecnologia em uso, por outro, o de estruturação. Percebem-se uma série de interdependências entre os elementos propriedades institucionais, tecnologia e ações dos indivíduos no uso da tecnologia e na mediação do uso da tecnologia, descritas da seguinte forma, por Orlikowski et al. (1995):

- Seta 1** - Condições institucionais para o uso
- Seta 2** - Condições tecnológicas para o uso
- Seta 3** - Consequências tecnológicas do uso
- Seta 4** - Consequências institucionais do uso
- Seta 5** - Condições institucionais para a mediação
- Seta 6** - Condições tecnológicas para a mediação
- Seta 7** - Consequências tecnológicas da mediação
- Seta 8** - Consequências institucionais da mediação
- Seta 9** - Consequências da mediação no usuários
- Seta 10** - Condições do uso para a mediação

A escolha do modelo de Orlikowski et al. (1995) foi definida, neste estudo, com o intuito de viabilizar a compreensão das relações e co-evolução dos três elementos: tecnologia, organização do trabalho (adoção e uso da TI Verde) e as propriedades institucionais da corporação, destacando que essas propriedades são influenciadas tanto pela tecnologia na prática da organização como pela inovação tecnológica proposta pela TI Verde, em fase de meta-estruturação. A sustentabilidade provavelmente esteja se tornando uma propriedade institucional das organizações e, nesse sentido, iniciativas da área de TI e usos de TI formam um espiral que reforçam a propriedade sustentabilidade em suas dimensões.

3 Método

Primeiramente, realizou-se uma análise teórica por meio de pesquisa bibliográfica, cujo objetivo consistiu em apresentar uma primeira compreensão do que é sustentabilidade, a sua dimensão ambiental e a sua relação com a TI. Igualmente, aprofundou-se o entendimento sobre a Teoria da Estruturação de Guiddens (1989) e o modelo de meta-estruturação e estruturação proposto por Orlikowski (1995). Após, desenvolveu-se um “estudo explanatório de casos múltiplos” (Yin, 2001). Atribui-se a esta abordagem metodológica a vantagem das múltiplas fontes de evidência para solucionar problemas de pesquisa que ressaltam o “como” e o “porquê” (YIN, 2001).

O **nível de análise do estudo** é organizacional, uma vez que se concentra nos aspectos de cada uma das empresas selecionadas e a abordagem do trabalho é qualitativa e não pretende a generalização e sim a interpretação de uma realidade observada. O estudo foi desenvolvido junto a três empresas nacionais de grande porte, com atuação no estado do Rio Grande do Sul. A escolha das organizações foi intencional, dada à representatividade que cada uma possui em seu setor de atuação. Inicialmente, foi elaborado um **protocolo de coleta dos dados**, proposto por Yin (2001). A existência de um protocolo de estudo está relacionada à organização dos dados e à confiabilidade do estudo. O protocolo é mais do que um instrumento, visto que contém o instrumento, mas também os procedimentos e regras que deverão ser seguidos. Por este motivo, é recomendado principalmente em estudos de casos múltiplos.

Como técnica de **coleta de dados**, foi utilizada a entrevista, desenvolvida com auxílio de um roteiro semiestruturado com perguntas abertas. O instrumento foi elaborado a partir de questões que emergiram da revisão teórica sobre sustentabilidade e TI Verde. Com as questões formuladas, pôde-se organizar o roteiro semiestruturado para a realização das entrevistas com os gestores de TI das empresas investigadas. O roteiro abrangeu questões sobre as características da empresa e do respondente, além de 11 questões para levantar dados sobre fatores motivadores das ações verdes, relação da TI Verde com as estratégias da empresa, práticas adotadas, fatores críticos de sucesso, benefícios e dificuldades percebidas. Também se anteviu a utilização de métodos secundários de coleta de dados, consistindo em observação do ambiente da empresa para conhecimento de equipamentos, consulta ao *site* para complementar as informações cedidas nas entrevistas e visitas pelas instalações da empresa, a fim de confirmar dados apresentados pelos gestores nas entrevistas.

Após identificar algumas empresas que estavam implantando programas de melhoria com base na TI Verde, selecionaram-se três empresas. A **empresa 1** atua no segmento de varejo de medicamentos e emprega atualmente 87 funcionários diretos em suas 8 lojas. A empresa faz parte de uma rede de farmácias que busca o sistema de cooperação como forma de aumentar a vantagem competitiva frente às grandes concorrentes do segmento, buscando obter poder de barganha com fornecedores e oferecer preços competitivos aos consumidores. A **empresa 2** atua no segmento de comércio de combustíveis e emprega atualmente cerca de 450 funcionários diretos e indiretos em 19 postos de combustíveis espalhados pelo sul do Rio Grande do Sul. A **empresa 3** é um terminal de containers que atua no segmento de logística portuária no setor de importação e exportação. Possui uma estrutura piramidal, onde as decisões são repassadas de cima para baixo e emprega atualmente cerca de 1.000 funcionários diretos.

Para viabilizar o processo de coleta de dados, um e-mail foi encaminhado às empresas com uma sucinta explicação sobre o tema e os objetivos da pesquisa, juntamente com um convite para participação no estudo. Após o aceite, procederam-se as entrevistas que tiveram duração média de 1 hora e foram registradas por meio de gravação em áudio e, em seguida, transcritas. Para o **tratamento dos dados**, visando aos resultados apresentados neste artigo,

utilizou-se o critério de compatibilidade dos dados coletados nas entrevistas com as dimensões teóricas presentes no modelo de Orlikowski et al., (1995), que embasou a análise e os resultados, apresentados a seguir.

5 Resultados

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos a partir da análise dos dados obtidos junto às três empresas. À luz do modelo proposto por Orlikowski et al. (1995), faz-se uma explanação de como ocorre a dinâmica da institucionalização da TI Verde nas organizações investigadas. Ao longo da exposição, citam-se parte das práticas implantadas, dos motivos de adoção, dos benefícios alcançados e das dificuldades enfrentadas nas organizações investigadas, a fim de mostrar evidências sobre o fenômeno analisado. Os fatos são identificados por siglas – e1, e2 e e3 – em que o número identifica a empresa, conforme apresentadas na seção anterior, sobre o método.

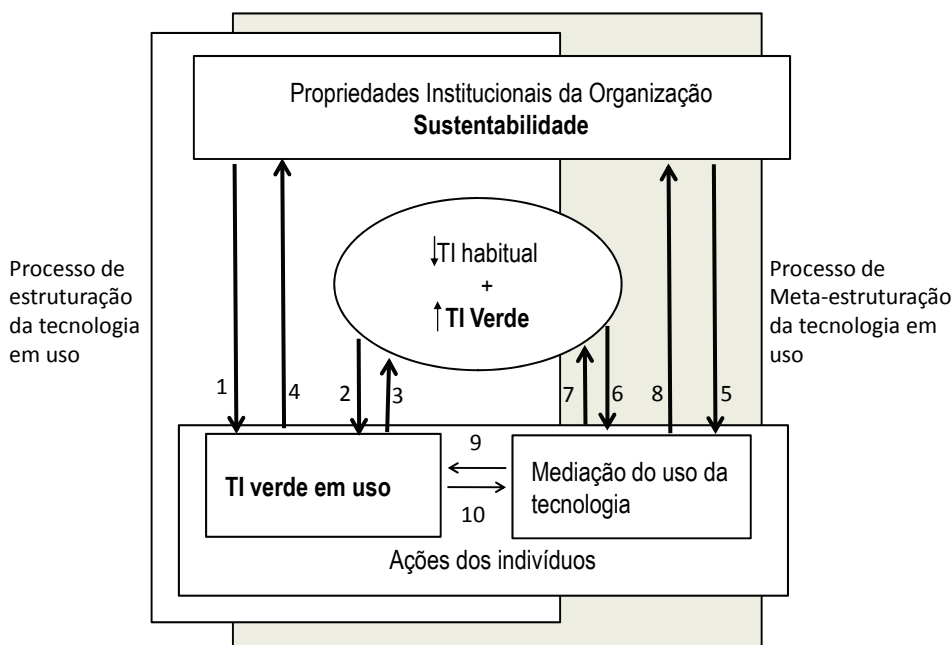


Figura 3: Processos de meta-estruturação e estruturação da tecnologia
Fonte: Orlikowski et al. (1995)

Conforme se pode observar na Figura 3, por um lado, o modelo destaca o processo de meta-estruturação que ocorre durante a introdução de novidades tecnológicas; por outro, o processo de estruturação que ocorre em função do uso contínuo da tecnologia pelos usuários.

Seta 5

À direita, no âmbito da mediação da tecnologia, têm-se os gestores de TI que são influenciados a tomar atitudes mais verdes pelas propriedades institucionais da organização (seta 5). Essas propriedades podem ser explicadas pelo contexto institucional caracterizado como regulamentações governamentais que regem a atividade comercial da empresa, como a exigência de **nota fiscal eletrônica** (e2, e3) e **processos ambientais legais para a abertura de posto de gasolina** (e2); as pressões internas, por exemplo, **eficiência nos processos, economia de material, redução da depreciação e da manutenção** (e1); as pressões

externas, provenientes de **fornecedores** (e2); e a orientação da empresa, por exemplo, sua missão, de se tornar mais sustentável e comprometida com a **administração de seus passivos ambientais e imagem da organização** (e3). Nesse momento já é possibilitado à equipe de TI investir tempo e recursos em propostas mais sustentáveis, como TI Verde, porque a organização está desenvolvendo certo grau de consenso social a respeito do valor da inovação tecnológica.

Setas 6 e 7

Na sequência, a organização ainda utiliza a tecnologia existente e começa o processo de adoção de “novas” tecnologias, passando a ser habilitada e restringida por ela. Com base nos recursos que a TI disponibilizada oferece (seta 6), a área de TI com base nos pressupostos da TI Verde passa a testar e introduzir certas configurações disponibilizadas pelos artefatos computacionais – equipamentos, sistemas operacionais e aplicativos – (seta 7), como, por exemplo, os casos mostraram a **utilização de fontes de digitação chamadas EcoFontes (e1)** que utilizam menos carbono na impressão das letras e **controle do volume de impressões por usuários** (e1, e2 e e3). É importante ressaltar que tais iniciativas igualmente restringem (seta 6) em alguns aspectos a forma de trabalho do pessoal da área de TI, como por exemplo, **a limitação do número de cópias por usuários, a restrição a alguns comandos como troca de papel de parede da tela do monitor** (e1). É válido observar que optam pelo fundo preto como padrão nos computadores, uma vez que outros fundos consomem mais energia por exigirem mais luminosidade na tela.

Seta 8

À medida que as práticas de TI Verde vão sendo adotadas pela equipe de TI, elas influenciam a tecnologia que será disponibilizada para os usuários. Não obstante, pelo uso repetitivo, reforçam as propriedades institucionais verdes da organização (seta 8). Exemplos encontrados que iniciaram pela equipe de TI foram a adoção de **teletrabalho/teleconferência** (e2), **envio de e-mails ao invés de correspondências impressas** (e1, e3), **MSN corporativo e virtualização de dados** (e1). Um fato comum entre os casos foi a **troca dos monitores CRT por LCD** (e1, e2, e3) que possuem um consumo energético mais baixo. Nas três empresas o fato primeiramente ocorreu nas instalações da equipe de TI. Todo este conjunto de práticas quando ocorridas em fase de meta-estruturação, influenciam as propriedades institucionais da organização, direcionando-a para concretização de valores mais sustentáveis e tornando-a mais comprometida com o meio ambiente e sociedade.

Seta 9

Ao obterem mais conhecimento sobre a TI Verde, ocorrendo a melhoria em produto e processos, a equipe de TI passa a influenciar os demais membros da organização tanto por meio de conhecimento tácito como explícito (seta 9). Isto pode ser percebido nas práticas relacionadas às **campanhas de conscientização** e treinamentos (e1, e2) e **análise de eficiência energética** (e3) da organização. Nesta relação, os usuários conseguem inicialmente identificar os custos e riscos das atividades empresariais, sendo estimulados a fazer parte do processo de desenvolvimento e implantação da tecnologia verde. Algumas vezes a

organização recorre a consultores externos no sentido de induzir o desenvolvimento pessoal e coletivo dos indivíduos trabalhando a **educação ambiental** (e3), o que favorece a assimilação da inserção de práticas de TI Verde.

Setas 2 e 3

Esta mediação esclarecendo o porquê da mudança nos processos tecnológicos é acompanhada de restrições e facilidades propostas pela inserção da nova configuração tecnológica. Nesta interação dos indivíduos, aprofunda-se a comunicação entre usuários e equipe de TI. A TI Verde em uso passa a fazer parte do ambiente, que constantemente se atualiza e sugere mudanças/atualizações para acompanhar novos contextos. Questões que antes estavam restritas ao domínio da equipe de TI – **eco fonte, monitor LCD, proteção de tela, redução de impressão** – passam a ser potenciais tecnologias em uso na organização (seta 2). Não obstante, também se destacam outras iniciativas que partiram dos usuários (seta 3) em utilizar **configurações/ferramentas que proporcionam controle do consumo energético do equipamento** (e2), **utilização de tecnologia VoIP no ambiente de trabalho** (e3) bem como, **configurar o equipamento para hibernar em períodos prolongados de inatividade** (e3), demonstrando, desta forma, consequências tecnológicas da tecnologia anteriormente usada, alinhadas com o pensamento verde.

Seta 10

Com o uso contínuo, os usuários conseguem analisar os benefícios da TI Verde e fornecem à equipe de mediação (gestores de TI) um *feedback* com melhorias no processo/tecnologia (seta 10). Por exemplo, **iniciativa dos usuários em organizar as impressoras em rede** (e3) reduzem consumo de insumos não renováveis e poluentes bem como o consumo de recursos monetários da organização. É válido ressaltar que para ocorrer o *feedback* à equipe de TI da organização, é preciso que a entrega/implantação da TI Verde esteja funcionando e o usuário possa usá-la. Isto aproxima o usuário do profissional de TI ao passo que permite ao indivíduo exprimir comparações entre os dois recursos (tecnologia verde e a tradicional), favorecendo a comparação e o *feedback* preciso de informações para o desenvolvimento das melhorias no processo de estruturação da tecnologia. Tem-se como exemplo disto, a busca e atualização dos usuários **acerca dos custos de equipamentos com selo verde** (e2) que proporcionam um resultado operacional mais econômico para a empresa, tanto quanto ao equipamento como ao consumo de energia gerado. No entanto, válido lembrar que a relação de *feedback*, também é condicionadora às atividades de mediação. Os casos estudados revelam **dificuldades para mudar hábitos** (e1, e2 e e3), **dificuldade de operar a tecnologia** (e3).

Seta 4

O usuário ao fazer uso contínuo da TI Verde legitima e aceita alguns padrões, configurações e políticas, reforçando alguns princípios organizacionais (seta 4). Os entrevistados revelam tais influências ao falarem dos benefícios encontrados na adoção de práticas verdes. A grande maioria reforça a visão econômica. Citam que houve **redução de consumo de energia, papel e tonner** (e1, e2, e3) **redução dos custos de**

telefonia (e1), baixa nos valores de manutenção (e2) e aquisição de equipamentos (e2), aumento do ciclo de vida das máquinas (e1, e2), entre outros benefícios que foram mencionados. Escapam a maioria, as seguintes percepções: **incentivo a consciência ambiental (e1) e aumento de espaço físico (e2).** No contexto das empresas estudadas, percebeu-se como exemplos de práticas de TI Verde recorrentes: **a terceirização de impressões (e3), digitalização de documentos (e1), o uso de papel reciclado (e1, e2, e3), reaproveitamento de papel (e1, e2), impressão frente-verso (e1, e2, e3).**

Seta 1

Por fim, sendo reforçada a institucionalização da propriedade sustentabilidade na empresa, há o favorecimento para a realização de certas práticas verdes entre outras que visam à dimensão ambiental da sustentabilidade (setas 1). Quando ocorre uma modificação nas propriedades institucionais, como, por exemplo, a consciência ambiental sobre os recursos escassos e sobre a necessidade de **reciclar os equipamentos tecnológicos ou realizar o seu descarte corretamente (e1, e2)**, é sinal de que houve uma experiência positiva com relação à adoção da TI Verde. Essa mudança provocou uma mudança no método de trabalho. A TI Verde influenciou o comportamento/ações dos usuários e gestores de TI, visto que o fenômeno foi coletivamente aceito, gerando então mudanças nas propriedades institucionais. Percebe-se como evidências dessa mudança, o comportamento/hábitos praticados pelos usuários adeptos da TI Verde como, por exemplo, a preocupação de desligar o computador ao sair do ambiente de trabalho, solicitar pedido de compra de equipamentos mais eficientes energeticamente, verificar o destino dos resíduos tóxicos entregues às empresas recicladoras de equipamentos eletrônicos e/ou seus componentes como pilhas, baterias e cartuchos de impressão.

A partir dos estudos desenvolvidos com vistas a este artigo, pode-se compreender que: (1) o processo da estruturação da TI Verde e seu inter-relacionamento com a propriedade sustentabilidade não é autocrático, mas sim mutuamente construído pelos usuários e área de TI; (2) os processos de mediação inseridos na meta-estruturação são extremamente importante na introdução de inovações tecnológicas abertas e complexas, uma vez que viabiliza o processo de assimilação da tecnologia e aumenta as chances de adoção pelo usuário, tornando-a tecnologia em uso; e, (3) a explanação presente contribui para entender a dinâmica de como o fenômeno TI Verde se estrutura nas organizações, institucionalizando a sustentabilidade.

6 Considerações Finais

O trabalho apresenta uma contribuição no que tange ao entendimento de como acontece o processo de estruturação de novidades tecnológicas nas organizações através do modelo proposto por Orlikowski (1995). Esse estudo oferece – por meio de estudos de casos – experiências empíricas, e avança a discussão sobre particularidades das organizações que adotam práticas de TI Verde, tratando-a como um fenômeno organizacional que tem

acontecido devido às pressões da sociedade, visando à redução dos passivos ambientais das empresas.

O modelo incluindo a meta-estruturação na análise destacou o importante papel do gestor e da equipe de TI na institucionalização da sustentabilidade na empresa, bem como permitiu compreender melhor a inter-relação entre tecnologia e indivíduos com as propriedades institucionais da organização e como essa interação afeta o comportamento, modificando o contexto empresarial. A análise de processos de estruturação permite a identificação de paradoxos e conflitos organizacionais, entendendo a estrutura não como um ente estático que define restrições à ação ou limita escopos de autoridade, mas sim revela como os esquemas interpretativos, as regulamentações e os recursos de um sistema social se relacionam, num processo definido por Giddens (1984) como dualidade da estrutura.

No contexto deste estudo, o modelo estruturacional da tecnologia mostra-se adequado para investigar o fenômeno TI Verde – uma propriedade estrutural das organizações que desenvolvem ou usam esta tecnologia. Assim, à medida que certas propriedades estruturais da organização influenciam os agentes humanos na adoção da TI Verde, sua adoção reforça a dimensão ambiental da sustentabilidade como propriedade institucional da organização.

Como limitação deste estudo, pode-se apontar o fato de ele ainda não ter analisado os dados ao longo do tempo, o que poderá trazer novas conexões. Igualmente relevantes, são outros estudos que demonstrem outras práticas de TI Verde. Certamente, há uma gama muito maior de práticas de TI Verde sendo realizadas nas organizações e que não foram elencadas nesta pesquisa, sendo necessário examinar estudos correlatos e realizar novas pesquisas abrangendo outras atividades empresariais e localidades diferentes das apresentadas neste artigo.

Espera-se que este estudo possa auxiliar os executivos de TI a entenderem como se dá o processo de meta-estruturação e estruturação da TI Verde nas organizações, contribuindo para a aplicação desta inovação em suas organizações. Também pretende contribuir com pesquisadores interessados em desenvolver pesquisas que incluam modelos sobre adoção e consequências da TI Verde. Nesse sentido, fazem-se necessários estudos que favoreçam o entendimento de como ocorre a institucionalização da TI nos mais diversos contextos sociais e investigações que incluam modelos visando a mensuração das diversas variáveis presentes na temática e suas associações.

Referências

- BARBIERI, J. C., SIMANTOB, M.A. **Organizações Inovadoras Sustentáveis**. Uma reflexão sobre o futuro das organizações. 1ª Edição. São Paulo, Atlas, 2007. 112p.
- BRITO, R. P.; BERARDI, P. C. Vantagem Competitiva na Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos: um metaestudo. **Revista de Administração Eletrônica – RAE**, v. 50, n. 2, p.155-169, abr./jun., 2010.
- BOBSIN, D. ; HOPPEN, N. Proposta de Aplicação da Teoria da Estruturação no estudo das Redes Sociais Virtuais no Contexto Organizacional. In: XXXV Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração - ANPAD, 2011, Rio de Janeiro. **Anais do EnANPAD 2011**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2011.
- BOSE, R.; XIN R. Green IT adoption: a process management approach. **International Journal of Accounting and Information Management**, v.20 n.1, p.63-77, 2012.

- BROOKS, S.; WANG, X.; SARKER, S. Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature. In: Americas Conference on Information Systems (AMCIS), **AMCIS 2010 Proceedings**. Lima, Peru, p.1-10, 2010.
- CHEN, A.; BOUDREAU, M.; WATSON, R. Information systems and ecological sustainability. **Journal of Systems and Information Technology, Sustainability and Information Systems**, v.10, n. 3, p.186-201, 2008.
- CHEN, X; BOSE, I. Exploring the role of IT for environmental sustainability in China: An empirical analysis. **Int. J. Production Economics**. (IN PRESS)
- CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração (FEA-USP)**, São Paulo, v.43, n.4, p.289-300, out/dez, 2008.
- DAO, V.; LANGELLA, I.; CARBO, J. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. **Journal of Strategic Information System**, v.20, p.63-79, 2011.
- DEDRICK, J., 2010. Green IS: concepts and issues for information systems research. **Communications of the AIS 27 (11)**, P.173–183, 2010.
- DICK, G.; BURNS, M. Green IT in Small Business: An exploratory study. **Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference**. Atlanta, March 2011.
- DOLCI, D. **Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software e Inovação em Empresas**. Teoria e Prática em Administração, v. 1, n. 1, 2011, pp. 74-96
- ELKINGTON, J. **A teoria dos três pilares**. Tradução de Patrícia Martins Ramalho. São Paulo: MARKRON Books, 2001.
- ELLIOT, S. Environmentally sustainable ICT: A critical topic for IS research. **PACIS 2007 Conference Proceedings**. Paper 115, 2007.
- ELLIOT, S.; BINNEY, D. Environmentally sustainable ICT: Developing corporate capabilities and an industry relevant IS research agenda. **Pacific Asia Conference Information Systems (PACIS 2008)**. Suzhou, China, July, 2008.
- FENKER, E. A. Estratégias de Sustentabilidade: Novos Rumos? **Anais do XXXVI Encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro, set. 2012.
- FORTINO, A. Whither the CIO? Evolution from keeper of the infrastructure to firm innovator. Portland International Conference on Management of Engineering & Technology 2008. Cape Town: **PICMET**, 2008.
- GIDDENS, Anthony. **The Constitution of Society**. Berkeley, CA: University of California Press, 1984.
- GREENHALGH, Trisha; STONES, Rob. **Theorising big IT programmes in healthcare: Strong structuration theory meets actor-network theory**. *Social Science & Medicine* 70 (2010) 1285–1294
- JUNQUILHO, Gelson Silva. **Condutas gerenciais e suas raízes: uma proposta de análise à luz da teoria**
- KIM, Y. S.; KO, M. Identifying Green IT Leaders with Financial and Environmental Performance Indicators. **AMCIS 2010 Proceedings**. Paper 54, 2010.

- KO, M.; CLARK, J.; KO, D. Investigating the impact of “green” information technology innovators on firm performance. **Journal of Information Technology Management**, v. XXII, n. 2, 2011.
- LOSS, P.; NEBEL, W.; GOMEZ, J.; HASAN, H.; WATSON, R.; BROCKE, J.; RECKER, J. Green IT: a matter of business and information systems engineering. **Business & Information systems Engineering**, v. 4, 2011.
- LUNARDI, G. ALVES, A.P.; SALLES, A.C. TI Verde e seu Impacto na Sustentabilidade Ambiental. **Anais do XXXVI Enanpad**. Rio de Janeiro, 2012.
- LUNARDI, G.; FRIO, R.; BRUM, M. Tecnologia da Informação e Sustentabilidade: levantamento das principais práticas verdes aplicadas à área de tecnologia. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 4, n. 2, p. 159-172, 2011.
- MELVILLE, N. IS Innovation for Environmental Sustainability. **MIS Quarterly**. v. 34. n. 1, p. 1-21. March, 2010.
- MOLLA, A. Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and Motivation Models. **PACIS 2009 Proceedings**. Paper 13, 2009.
- MOLLA, A.; COOPER, V.; CORBITT, B.; DENG, H.; PESZYNSKI, K.; PITTAYACHAWAN, S.; TEOH, S. E-readiness to Greadiness: Developing a green information technology readiness framework. **19th Australasian Conference on Information Systems**, 2008.
- MURUGESAN, S. Harnessing. **Green IT: Principles and practices**. IT Professional, v. 10, n. 1, 2008.
- NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**. v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.
- NASCIMENTO, L. F. M.; LEMOS, Â. D. C.; MELLO, M. C. A. **Gestão Socioambiental Estratégica**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- NOVAK, Laurie; BROOKS, Joann; GADD, Cynthia; ANDERS, Shilo; LORENZI, Nancy. **Mediating the intersections of organizational routines during the introduction of a health IT system**. European Journal of Information Systems (2012) 21, 552–569 & 2012 Operational Research Society Ltd.
- ORLIKOWSKI, W. J. The Duality of Technology: rethinking the concept of technology in organizations. **Organization Science**, v.3, n.3. 1992.
- ORLIKOWSKI, W.; et al. **Shaping electronic communication: The metastructuring of technology in the context of use**. Organization Science, 6, 1995.
- ORSATO, R. J. Competitive Environmental Strategies: When does It Pay to Be Green? **California Management Review**, v. 48, n. 2, p.127-143, 2006.
- OZTURK, A. et al. Green ICT (Information and Communication Technologies): a review of academic and practitioner perspectives. **International Journal of Business and Government Studies**, v. 3, n. 1, 2011.
- POLLACK, T.A. Green and Sustainable Information Technology: A Foundation for Students. **ASCUE 2008 Proceedings**, p. 63-72, 2008.
- RODON ,Juan; SESE Feliciano; CHRISTIAANSE Ellen. **Exploring users’ appropriation and post-implementation managerial intervention in the context of industry IOIS**. Info Systems J (2011) 21, 223–248

SLAPER, M. F.; HALL, T. J. The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work? **Indiana Business Review**. v. 86, n. 1. Spring, 2011.

SCHMIDT, N.; EREK, K.; KOLBE, L.; ZARNEKOW, R. Predictors of Green IT Adoption: Implications from an Empirical Investigation. **AMCIS 2010 Proceedings**. Paper 367, 2010.

SISAYE, S. e BIRNBERG, J. Extent and scope of diffusion and adoption of process innovations in management accounting systems. **International Journal of Accounting and Information Management**, v. 18, n. 2, p. 118-39, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WATSON, R. BOUDREAU, M.; CHEN, A. Information systems and environmentally sustainable development: Energy informatics and new directions for the IS community. **MIS Quarterly**, v. 34, n. 1, 2010.

WCED, World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. London: Oxford University Press, 1987.

ZHANG, J, LIANG, X. Promoting green ICT in China: A framework based on innovation system approaches **Telecommunications Policy**, v.36, p. 997–1013, 2012