

# CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO PARA AVALIAR O VALOR DA TI VERDE

**Guilherme Lerch Lunardi (FURG)**

gllunardi@furg.br

**Ana Paula Ferreira Alves (UFRGS)**

anapfalves@gmail.com

**ANA CAROLINA SALLES (FURG)**

SALLES.AC@BOL.COM.BR



*As questões relacionadas à sustentabilidade têm se mostrado cada vez mais importantes e a área de TI tem sido responsável por parte dos problemas ambientais que a sociedade se depara. Nesse contexto, a TI Verde aparece como uma forma de aliar recursos disponíveis a políticas de sustentabilidade e economia dentro das organizações, gerando benefícios para o meio ambiente e para as empresas. A adoção de práticas de TI Verde pode gerar valor às empresas e para a sociedade, além de oferecer oportunidades às organizações para operarem de uma forma mais verde, seja economizando recursos, melhorando a sua imagem, respeitando o meio ambiente e valorizando seus funcionários. Dessa maneira, este estudo tem como objetivo desenvolver e validar um instrumento capaz de avaliar o valor da TI Verde, identificando diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a sustentabilidade ambiental na área de TI. O modelo proposto sugere quatro constructos: consciência socioambiental, ações, monitoramento e atualização e busca. Espera-se que os resultados obtidos possam estimular tanto acadêmicos quanto praticantes no estudo e na implementação de diferentes iniciativas de TI Verde, que venham não somente tornar as organizações mais eficientes e eficazes, mas também mais comprometidas com a preservação do planeta.*

*Palavras-chaves: TI Verde, sustentabilidade, instrumento, modelo*

## 1. Introdução

Questões relacionadas à sustentabilidade têm se tornado cada vez mais importantes na pesquisa e na prática das organizações ao longo das últimas décadas, como resultado do rápido esgotamento dos recursos naturais e da crescente preocupação sobre a desigualdade de riqueza e a responsabilidade social das organizações (DAO; LANGELLA; CARBO, 2011). Tal preocupação atingiu os mais diversos setores da economia, o que tem levado governantes, as sociedades civis e as próprias empresas a proporem diferentes medidas para a preservação do planeta e, conseqüente, sobrevivência das gerações futuras.

Na área de TI, mais especificamente, vários problemas ambientais são identificados, como: o elevado consumo de eletricidade (que contribui, também, para a emissão de gases), a quantidade de insumos não-renováveis utilizada na produção de computadores e periféricos, bem como o descarte de equipamentos obsoletos (OZTURK et al., 2011). De acordo com Murugesan (2008), a TI representa uma parte significativa e crescente dos problemas ambientais que a sociedade se depara atualmente.

Como forma de reação a esses problemas, mudanças profundas nos valores sociais têm redirecionado a competitividade no mercado, o que tem propiciado o surgimento de produtos ecologicamente corretos – oriundos dos chamados movimentos “verdes” – com o principal objetivo de reduzir a poluição e o gasto com energia no desenvolvimento de produtos e serviços (D’SOUZA et al., 2006). Na área de TI, esse movimento vem sendo chamado de TI Verde (MOLLA et al., 2008). O conceito foi criado por empresas de tecnologia, com o objetivo de incorporar políticas de sustentabilidade e economia dentro das organizações, gerando benefícios tanto para o meio ambiente quanto para as empresas.

“Ser verde” se tornou uma atividade essencial para os líderes de TI (GARTNER, 2010). A demanda pela gestão ambiental cobrada pelos órgãos reguladores, pelos consumidores e público, em geral, está continuamente crescendo. Assim, muitas organizações têm dedicado tempo e recursos para proteger o meio ambiente, implementando estratégias de gestão ambiental para minimizar o impacto das suas operações, além de realizar esforços para reduzir o consumo de energia e a geração de resíduos (KO; CLARK; KO, 2011). Este desafio aparece na prática de projetar, produzir e utilizar computadores, servidores, softwares e demais periféricos de forma eficiente e eficaz para minimizar os danos ambientais.

Nesse sentido, a adoção de práticas de TI Verde pode gerar valor para as organizações e para a sociedade, além de oferecer muitas oportunidades às organizações para operarem de uma forma mais verde – seja economizando recursos ou, ainda, melhorando a sua imagem, respeitando o meio ambiente e valorizando seus funcionários (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011). No entanto, abordagens tradicionais para mensurar o valor de TI falham em reconhecer que os desafios ambientais abordados pela TI Verde são diferentes dos desafios operacionais que normalmente são abordados pela equipe de TI (MELVILLE, 2010).

Desse modo, pretende-se, neste estudo, desenvolver e validar um instrumento capaz de avaliar o valor da TI Verde, identificando diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a sustentabilidade ambiental na área de TI.

## 2. Construindo um Modelo de Análise da TI Verde

A TI Verde aparece como um campo de pesquisa relativamente novo – com crescente interesse entre acadêmicos (BROOKS; WANG; SARKER, 2010) – e, seu avanço como campo de estudos requer teorização, construção de modelos e desenvolvimento de medidas (HAIR et al., 2005). Nesse sentido, a proposição de um modelo específico que mostre a natureza multidimensional da TI Verde pode permitir a praticantes que o utilizem para traçar diferentes opções estratégicas, de modo a tornarem sua área de TI mais verde. Poucos são os estudos que têm apresentado o desenvolvimento e a validação de instrumentos confiáveis que mensurem o constructo TI Verde (MOLLA, 2009). Ainda assim, o uso de medidas associadas à TI Verde possibilita identificar o que as organizações precisam para se tornarem mais verdes e a extensão com que têm progredido em direção à TI Verde.

### 2.1. A TI Verde como um novo tópico de interesse na área de SI

O impacto da TI e seu papel na sustentabilidade ambiental tem aparecido como um dos principais tópicos da área de SI nos últimos anos (THIBODEAU, 2007; DEDRICK, 2010). Sustentabilidade está associada ao aspecto econômico, ambiental e social das organizações e, quando se fala em TI Verde, estes dois conceitos se unem: “eficiência energética e ambientalmente correto”, e “planejar e investir em infraestrutura tecnológica que sirva às necessidades de hoje, conservando recursos e economizando dinheiro” (POLLACK, 2008).

A TI Verde tem sido usada como um termo genérico para as medidas e atividades do departamento de TI das empresas que visam contribuir para os objetivos orientados pela sustentabilidade empresarial e pela responsabilidade social corporativa (CHEN et al., 2008; SCHIMIDT et al., 2010). Ela é o estudo e a prática de projetar, fabricar, usar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados (monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e de rede e sistemas de comunicação), de forma eficiente e eficaz, com o mínimo de impacto para o meio ambiente, lutando para atingir a viabilidade econômica e melhorar o uso e o desempenho dos sistemas, e respeitando as responsabilidades sociais e éticas (MURUGESAN, 2008).

A TI Verde pode ser vista como uma abordagem holística e sistemática para enfrentar os desafios em torno da infraestrutura de TI, bem como as contribuições da TI para reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades de TI, o suporte de TI às práticas de negócios sustentáveis ambientalmente e o papel da TI na economia de baixa emissão de gases (MOLLA et al., 2008). De tal modo, ela considera o ciclo de vida completo das tecnologias de informação e de comunicação, envolvendo os processos ambientalmente corretos de projeto, produção, operação e eliminação (ELLIOT, 2007). Diversas práticas têm sido adotadas pelas organizações de modo a tornarem as atividades de TI mais sustentáveis (BROOKS; WANG; SARKER, 2010). Lunardi, Frio e Brum (2011) identificaram que as práticas ligadas aos datacenters e à substituição de equipamentos obsoletos por equipamentos mais eficientes aparecem como as práticas mais comuns entre as empresas de grande porte, somadas às práticas de conscientização – como as campanhas internas focadas no impacto ambiental, a escolha de fornecedores verdes e a presença de uma política de sustentabilidade.

Na TI Verde, estão compreendidas a gestão de todas as atividades e medidas do departamento de TI, que são voltadas a reduzir o consumo de recursos por TI – por exemplo, em termos de energia. Além disso, inclui instrumentos para controlar, orientar e comunicar as práticas

adotadas (SCHMIDT et al., 2010). A emissão e a utilização de energia são parâmetros significativos que precisam ser mensurados para avaliar o impacto ambiental da TI (MOLLA, 2009). Além de prejudicar o meio ambiente, o uso ineficiente de energia pode resultar em maiores custos para as organizações e fazê-las perder vantagens competitivas frente à concorrência. O gerenciamento inteligente da tecnologia pode ser uma alternativa às empresas para reduzir os danos causados ao meio ambiente, melhorar a efetividade do consumo de energia elétrica e reduzir os custos operacionais do negócio. Sistemas de gestão ambiental monitoram e avaliam o desempenho ambiental de uma organização e os utilizam como uma ferramenta de melhoria contínua da condição ambiental (MELVILLE, 2010).

Além disso, é muito importante quando as organizações se submetem a experimentar, atualizar e buscar novas abordagens, informações e conhecimentos referentes ao uso de equipamentos e serviços para suportar as estratégias de sustentabilidade ambiental na área de TI (MINES, 2008). Tais iniciativas procuram manter a organização aliada às estratégias organizacionais, mantendo ou reduzindo os custos de operação, reduzindo o desperdício e otimizando o consumo de energia elétrica nos processos da cadeia de valor da organização (ELLIOT; BINNEY, 2008). Kim e Ko (2010) salientam que as organizações que não se preocuparem com a busca e a atualização de conhecimentos referentes à sustentabilidade de suas atividades tendem a aumentar os custos de produção, por causa dos investimentos de capital, e custos de operação.

## 2.2. A percepção de valor através da TI Verde

Ao invés de tomar uma visão estreita para reduzir os impactos ambientais da TI, as organizações líderes estão adotando uma abordagem mais holística e, como resultado, estão percebendo o valor de seus investimentos em TI Verde de diferentes maneiras. O valor da TI Verde tem sido objeto de discussões. Alguns autores argumentam que a TI Verde tem custos muito altos para as organizações na sua implementação (FUCHS, 2008), enquanto outros têm destacado os benefícios econômicos que surgem a partir das iniciativas de TI Verde (VELTE et al., 2008) e afirmam que a TI Verde pode proporcionar vantagem competitiva para as organizações (SETTERSTROM, 2008).

Embora vários autores tenham reconhecido o valor social da TI, a literatura ainda se concentra nos impactos de nível individual da organização da TI. A pesquisa de Chow e Chen (2009), por exemplo, indica que, no nível individual, as atitudes dos usuários em relação à TI Verde têm um efeito significativo sobre a sua intenção de praticá-la. Entretanto, é importante assegurar que os modelos para identificação e mensuração do valor da TI Verde devem levar em consideração toda a gama de impactos – que vai do impacto financeiro para benefícios mais amplos, a nível social e ambiental.

Os benefícios podem ser diretos (como benefícios financeiros, agilidade nas operações e vantagens competitivas no mercado) ou, ainda, indiretos (como benefícios não financeiros, aumento do capital humano organizacional e inovação no processo de produção e manutenção da informação). Os modelos que buscam a mensuração do valor gerado pela TI devem propor variáveis de análise qualitativa e quantitativa para explicar as relações multidimensionais. Como exemplo de variáveis, estão a qualidade, a produtividade, a inovação e a aprendizagem organizacional, podendo incluir também os fatores de desempenho ambiental e social da empresa para fins de avaliação dos benefícios em relação aos custos (CORBETT, 2010).

### 3. Método

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa de caráter exploratório, realizada com 44 empresas localizadas no Rio Grande do Sul, cujos respondentes ( $n = 173$ ) são usuários e gestores de TI de suas respectivas empresas. A pesquisa envolveu uma etapa exploratória, buscando identificar diferentes indicadores associados à TI Verde que possibilitasse elaborar o instrumento de coleta de dados, e outra quantitativa, englobando procedimentos de coleta, validação e análise de dados. Os procedimentos metodológicos seguidos na pesquisa são descritos a seguir.

O instrumento de coleta de dados foi elaborado a partir de revisão da literatura sobre TI Verde. Foram analisados artigos publicados em revistas científicas, anais de congressos e revistas comerciais, levando-se em consideração essencialmente as práticas adotadas pelas empresas e os diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a sustentabilidade ambiental na área de TI. Essa busca resultou na proposição de um modelo capaz de avaliar o valor da TI Verde, sendo este composto por quatro fatores:

- a) **Consciência Socioambiental:** Para que a TI Verde traga resultados é necessário que a organização esteja consciente sobre a necessidade de abordar as questões ambientais de uma forma mais pró-ativa, desenvolvendo uma política de TI verde, delineando objetivos, metas, planos de ações e prazos para implementar efetivamente essas estratégias (KO, CLARK; KO, 2011; DICK; BURNS, 2011; OZTURK et al., 2011).
- b) **Ações:** Para que a TI Verde traga resultados é necessário que diferentes práticas sejam adotadas pelas organizações de modo a tornarem as atividades de TI mais sustentáveis, utilizando os recursos computacionais de forma mais eficiente e contribuindo para o meio ambiente (MURUGESAN, 2008; MOLLA et al, 2008; BROOKS et al., 2010).
- c) **Monitoramento:** Para que a TI Verde traga resultados é necessário gerenciar todas as atividades e medidas de TI, que são voltadas à redução do consumo de recursos, reduzindo os danos causados ao meio ambiente, melhorando a efetividade do consumo de energia e reduzindo os custos operacionais do negócio (MOLLA, 2009; MELVILLE, 2010; SCHMIDT et al., 2010).
- d) **Busca e atualização:** Para que a TI Verde traga resultados é necessário que a organização se submeta a experimentar, atualizar e buscar novas abordagens, informações e conhecimentos referentes ao uso de equipamentos e serviços para suportar as estratégias de sustentabilidade ambiental na área de TI (ELLIOT; BINNEY; 2008; KIM; KO, 2010; MINES, 2008).

Após a definição das dimensões, procedeu-se à conversão formal dos construtos definidos em variáveis mensuráveis. Foram elencadas 28 variáveis candidatas, adaptadas em forma de questão e agrupadas conforme sua associação com os construtos propostos. Com as questões formuladas e sustentadas teoricamente, procedeu-se à elaboração do questionário estruturado. Foram elaborados dois instrumentos: um adaptado para o responsável pela área de TI da organização e outro para usuários comuns de TI, tendo como única diferença a inserção de 14 práticas de TI Verde (sugeridas por Lunardi, Frio e Brum (2011)) para serem identificadas pelo gestor de TI quando presentes na empresa. Além das 29 questões relacionadas à TI Verde, outras cinco questões foram inseridas de modo a avaliar a sustentabilidade ambiental

da empresa, em termos de impacto interno, na ecoeficiência, na ecoequidade, na reputação da empresa e na preferência dos clientes. As questões fechadas foram operacionalizadas em uma escala tipo Likert de 5 pontos (variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”). A figura 1 apresenta o modelo conceitual da pesquisa.

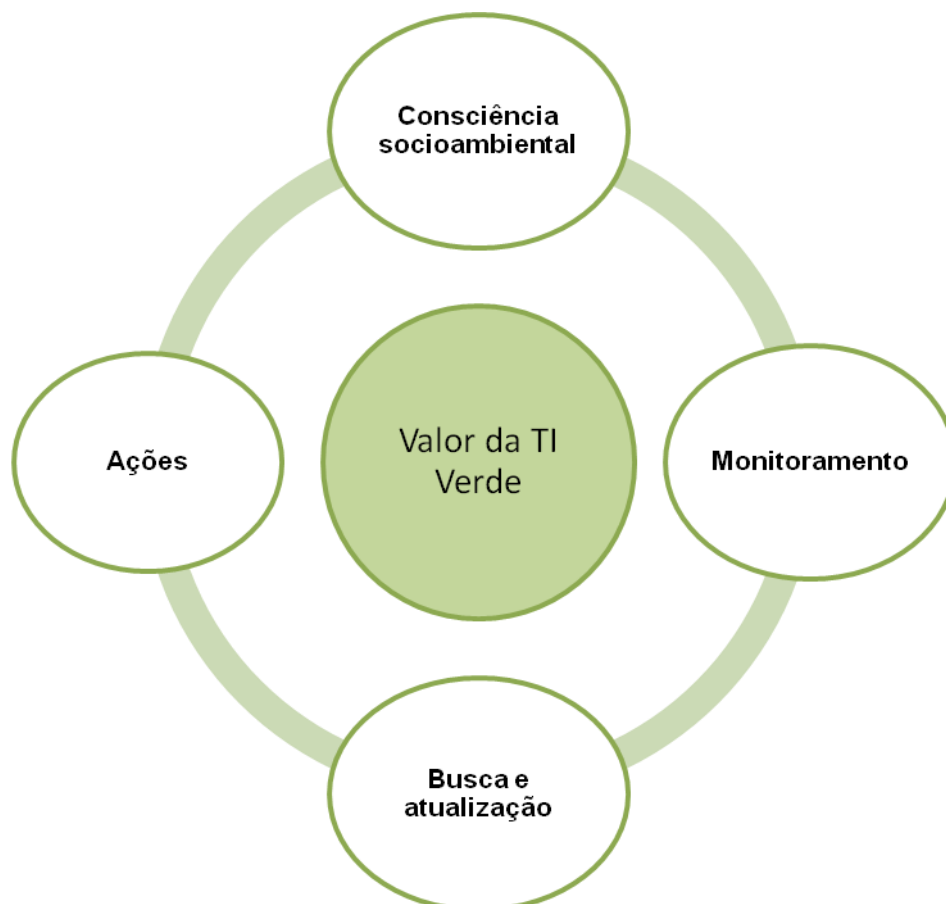


Figura 1 – Modelo Conceitual

## 5. Resultados

De posse do instrumento de coleta de dados, procedeu-se a sua aplicação junto a 44 empresas localizadas no município de Rio Grande/RS. Em cada empresa participante do estudo, foram deixados quatro questionários auto-administrados, sendo um destinado ao responsável pela área de TI e os demais para gestores ou usuários de TI na empresa. A escolha das empresas participantes se deu por conveniência, sendo a forma de contato utilizada a pessoal. Ao final do estudo, 180 questionários retornaram, sendo 173 considerados válidos.

Destes, 44 (25,4%) eram gerentes de TI e 129 (74,6%) gestores ou usuários de TI atuando em outras áreas administrativas. A caracterização da amostra investigada pode ser melhor visualizada na Tabela 1.

<b>Característica</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Tipo de Empresa</b>		
Indústria	5	11,4
Comércio	18	40,9
Serviços	10	22,7
Serviços Públicos	11	25,0
<b>Porte</b>		
Micro	9	20,5
Pequena	11	25,0
Média	7	15,9
Grande	16	36,4
Não informado	1	2,3
<b>Área de TI</b>		
Própria	35	79,5
Terceirizada	9	20,5
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100,00</b>
<b>Média de Computadores = 65,25</b>		
<b>Função do Respondente</b>		
Operacional	98	55,5
Supervisão	19	8,1
Gerência	33	6,4
Direção	13	2,3
Não respondeu	10	5,8
<b>Escolaridade</b>		
Ensino Médio	37	21,4
Superior Incompleto	70	40,5
Superior Completo	45	26,0
Pós-graduação	15	8,7
Não respondeu	6	3,5
<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>100,00</b>

Tabela 1 - Caracterização da Amostra

Após a coleta de dados, dois testes estatísticos foram realizados para garantir a validação do instrumento proposto: a análise fatorial e o alfa de Cronbach (Tabela 2). A aplicação da análise fatorial (com rotação Varimax) confirmou os quatro fatores propostos, obedecendo a dois critérios: o grau de associação entre as variáveis e o seu grau de subjetividade. Seis questões foram eliminadas do instrumento original por não apresentarem coerência conceitual ou apresentarem baixas correlações com os demais itens de seu grupo. As quatro dimensões do instrumento explicam 61,81% da variação das questões originais, o que representa um adequado grau de sintetização dos dados, facilitando seu manuseio e interpretação. Quanto à fidedignidade das dimensões do instrumento, esta foi testada através do cálculo do alfa de

Cronbach. O instrumento apresentou valor igual a 0,93, enquanto os coeficientes dos fatores situaram-se entre 0,82 e 0,87, apontando boa consistência interna do instrumento para estudos de natureza exploratória.



Indicadores	Bloco	F1	F2	F3	F4
<b>Ações</b>					
q06. possui produtos computacionais eficientes em termos de energia	,832	,767			
q12. faz remoção dos equipamentos computacionais que não estão em uso	,772	,738			
q13. tem feito suas últimas aquisições tecnológicas levando em consideração a eficiência energética	,821	,735			
q10. implementa estratégias para melhor utilização dos produtos computacionais (função repouso, refrigeração, área física, virtualização)	,764	,634			
q08. adquire produtos computacionais sem materiais perigosos (ex. mercúrio, chumbo)	,671	,627			
q07. realiza descarte de produtos eletrônicos	,646	,620			
q09. adquire equipamentos computacionais que tenham selo verde de qualidade (ex. EnergyStar, ISO 14000)	,660	,551			
<b>Busca e Atualização</b>					
q22. tem conhecimento sobre como diferentes tecnologias computacionais podem funcionar de forma mais eficiente	,829		,753		
q20. tem conhecimento sobre as tecnologias computacionais mais limpas e eficientes existentes no mercado	,829		,710		
q24. recorre a diferentes fontes para identificar tendências computacionais mais limpas e econômicas (seminários, livros, reportagens, consultorias)	,842		,675		
q21. busca novas formas de redução do consumo de energia dos produtos computacionais ( computadores, servidores, <i>datacenters</i> )	,766		,659		
q23. busca identificar casos de outras empresas que economizaram energia e dinheiro, através da utilização de tecnologias computacionais mais limpas	,769		,642		
<b>Consciência Socioambiental</b>					
q01. possui estratégias e políticas ambientais bem definidas	,836			,815	
q04. pode ser considerada ambientalmente sustentável	,812			,709	
q02. possui estratégias e políticas para a utilização de recursos naturais (água, luz, papel)	,707			,698	
q03. procura parceiros comerciais que têm preocupações ambientais	,755			,600	
q15. Procura informar aos funcionários sobre a reciclagem e o descarte de equipamentos computacionais na empresa	,704			,528	
<b>Monitoramento</b>					
q25. controla a impressão de documentos feita pelos funcionários	,729				,826
q26. gerencia o consumo de energia das diferentes tecnologias computacionais	,881				,695
q27. controla os custos com manutenção dos equipamentos computacionais	,815				,682
q11. imprime o que é realmente necessário para a atividade e para o negócio	,594				,656
q28. gerencia o desempenho dos equipamentos computacionais	,806				,518
Initial eigenvalue		8,92	1,81	1,59	1,28
% variância explicada - Rotated (61,81%)		40,5%	8,2%	7,2%	5,8%
Alfa de Cronbach (instrumento = 0,93)		0,86	0,87	0,82	0,82
KMO (medida de adequação da amostra) = 0,895					
Teste de Bartlett: qui-quadrado = 1873,834					

Tabela 2 - Análise Fatorial (Rotação Varimax)

A partir do instrumento validado, torna-se possível analisar o valor da TI Verde (Tabela 3). Pode-se perceber que dos diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a sustentabilidade ambiental na área de TI, as **ações de TI Verde** aparecem como as mais desenvolvidas (3,59) – embora apresentem valor muito próximo do ponto médio da escala utilizada, o que demonstra que as organizações ainda não têm percebido a sustentabilidade na área de TI de forma efetiva. Dentre as principais ações percebidas pelos respondentes, a remoção dos equipamentos computacionais que não estão em uso (3,89) e a aquisição de equipamentos tecnológicos levando em consideração a eficiência energética (3,75) são as ações apontadas como as mais efetivas. Por sua vez, a aquisição de produtos computacionais sem materiais perigosos (3,31) e com a presença de selo verde de qualidade (3,28) são percebidas como as ações de menor preocupação por parte dos respondentes.

Em seguida, aparecem as atividades de **monitoramento** (3,40) – cuja média de avaliação se mostra um pouco acima do ponto médio da escala utilizada. O controle de custos com manutenção de equipamentos computacionais (3,68), juntamente com a impressão do que realmente se necessita para as atividades e para o negócio (3,66) aparecem como as atividades de monitoramento mais efetivas. Enquanto a impressão de documentos parte muito da percepção do próprio usuário quanto a se imprimir somente o que é preciso, um maior controle de custos das manutenções realizadas é justificado pelos elevados valores que são gastos nos consertos, muitos dos quais realizados em função do mau uso de equipamentos por parte de seus usuários. Já o monitoramento de impressões (3,11) – apontada como a quarta prática de TI Verde mais comum entre os pesquisados – e o gerenciamento do consumo de energia de equipamentos computacionais (3,08) aparecem como as atividades menos realizadas.

Quanto à **busca e atualização** (3,33), verifica-se que o conhecimento sobre como as tecnologias computacionais podem funcionar de forma mais eficiente, ou até mesmo de quais tecnologias mais limpas e eficientes podem ser encontradas no mercado, também é moderado. Quando uma organização está atualizada ou busca novas abordagens, informações e conhecimentos referentes ao que está disponível no mercado, ela está propensa a diminuir seus custos de operação por estar investindo em uma tecnologia mais eficiente, resultando em um relacionamento positivo entre a adoção de práticas verdes e o resultado financeiro da empresa (KIM; KO, 2010). Em contrapartida, o conhecimento sobre casos de sucesso de empresas que vêm adotando TI Verde (3,16) e a identificação de tendências computacionais (2,97) é menos efetivo, o que aponta para uma posição reativa quanto à promoção da sustentabilidade ambiental através da TI.

Com relação à **consciência socioambiental** (3,24), este grupo de atividades aparece como o menos efetivo entre todas as quatro dimensões avaliadas. Todos os itens do grupo ficaram avaliados de forma moderada, deixando clara a falta de uma política ambiental bem definida na percepção dos respondentes, assim como suas estratégias. Esse fato é preocupante, pois dificilmente se encontrará sustentabilidade na área de TI da organização se ela e, mais especificamente, seus funcionários não estiverem conscientes da necessidade de abordar as questões socioambientais de uma forma mais pró-ativa (KO, CLARK e KO, 2011; OZTURK et al., 2011) e, nesse sentido, o apoio da direção é fundamental.

Itens	n	Média	Desvio-Padrão
<b>Ações</b>	<b>171</b>	<b>3,59</b>	<b>0,87</b>
q12. faz remoção dos equipamentos computacionais que não estão em uso	168	3,89	1,08
q13. tem feito suas últimas aquisições tecnológicas levando em consideração a eficiência energética	171	3,75	1,17
q06. possui produtos computacionais eficientes em termos de energia	171	3,68	1,17
q07. realiza descarte de produtos eletrônicos	171	3,65	1,26
q10. implementa estratégias para melhor utilização dos produtos computacionais (função repouso, refrigeração, área física, virtualização)	171	3,54	1,17
q08. adquire produtos computacionais sem materiais perigosos (mercúrio, chumbo)	170	3,31	1,21
q09. adquire equipamentos computacionais que tenham selo verde de qualidade (ex. EnergyStar, ISO 14000)	169	3,28	1,20
<b>Monitoramento</b>	<b>171</b>	<b>3,40</b>	<b>0,93</b>
q27. controla os custos com manutenção dos equipamentos computacionais	171	3,68	1,11
q11. imprime o que é realmente necessário para a atividade e para o negócio	170	3,66	1,33
q28. gerencia o desempenho dos equipamentos computacionais	169	3,47	1,16
q25. controla a impressão de documentos feita pelos funcionários	171	3,11	1,37
q26. gerencia o consumo de energia das diferentes tecnologias computacionais	169	3,08	1,16
<b>Busca e Atualização</b>	<b>171</b>	<b>3,33</b>	<b>0,98</b>
q22. tem conhecimento sobre como diferentes tecnologias computacionais podem funcionar de forma mais eficiente	171	3,60	1,09
q21. busca novas formas de redução do consumo de energia dos produtos computacionais (computadores, servidores, <i>datacenters</i> )	171	3,53	1,21
q20. tem conhecimento sobre as tecnologias computacionais mais limpas e eficientes existentes no mercado	171	3,47	1,14
q23. busca identificar casos de outras empresas que economizaram energia e dinheiro, através da utilização de tecnologias computacionais mais limpas	171	3,16	1,16
q24. recorre a diferentes fontes para identificar tendências computacionais mais limpas e econômicas (seminários, livros, reportagens, consultorias)	171	2,97	1,17
<b>Consciência Socioambiental</b>	<b>171</b>	<b>3,24</b>	<b>0,96</b>
q15. Procura informar aos funcionários sobre a reciclagem e o descarte de equipamentos computacionais na empresa	171	3,39	1,31
q02. possui estratégias e políticas para a utilização de recursos naturais (água, luz, papel)	171	3,35	1,20
q03. procura parceiros comerciais que têm preocupações ambientais	169	3,32	1,18
q01. possui estratégias e políticas ambientais bem definidas	170	3,24	1,23

Tabela 3 - Análise Descritiva – Valor da TI Verde

## 6. Considerações Finais

O estudo aqui realizado permitiu elaborar e validar um instrumento capaz de analisar o valor da TI Verde, através de diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a sustentabilidade ambiental na área de TI. Nesse sentido, foram propostos quatro constructos: consciência socioambiental, ações, monitoramento e atualização e busca. A partir dos resultados obtidos junto a 173 respondentes, identificou-se que as **ações** de sustentabilidade são mais efetivas que as demais dimensões, embora tenham apresentado

valores muito próximos ao ponto médio da escala utilizada. A **consciência socioambiental**, por sua vez, é a menos efetiva, sugerindo que as questões ambientais ainda não são prioridade para as empresas investigadas.

A pesquisa traz contribuições à área de TI, quanto a um tópico que vem atraindo crescente atenção entre acadêmicos e praticantes das mais diversas áreas, cuja interação entre TI e sustentabilidade ambiental ainda é pouco explorada na literatura científica. Em termos de contribuições para a prática, disponibiliza-se um instrumento que pode servir para qualquer organização avaliar o quão sustentável tem sido as suas atividades relacionadas à área de TI, permitindo à mesma acompanhar a sua evolução.

Como principais limitações do estudo, aponta-se o reduzido número de empresas investigadas, embora o sujeito da pesquisa e os resultados discutidos sejam com base na percepção do usuário e não da organização. Espera-se que os resultados obtidos possam estimular tanto acadêmicos quanto praticantes no estudo e na implementação de diferentes iniciativas de TI Verde, que venham não somente tornar as organizações mais eficientes e eficazes, mas também mais comprometidas com a preservação do planeta.

## Referências

**BROOKS, S.; WANG, X. & SARKER, S.** *Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature*. Americas Conference on Information Systems (AMCIS), AMCIS 2010 Proceedings. Peru, 2010.

**CHEN, A.; BOUDREAU, M.; & WATSON, R.** *Information systems and ecological sustainability*. Journal of Systems and Information Technology, Sustainability and Information Systems, Vol. 10, n.3, 2008.

**CHOW, W. & CHEN, Y.** *Intended Belief and Actual Behaviour in Green Computing in Hong Kong*. The Journal of Computer Information Systems, Vol. 50, n. 2, 2009.

**CORBETT, J.** *Unearthing the value of Green IT*. ICIS 2010 Proceedings. 2010.

**D'SOUZA, C.; TAGHIAN, M.; LAMB, P. & PERETIATKOS, R.** *Green products and corporate strategy: an empirical investigation*. Society and Business Review, Vol. 1, n.2, 2006.

**DAO, V.; LANGELLA, I. & CARBO, J.** *From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework*. Journal of Strategic Information System, Vol. 20, p.63-79, 2011.

**DEDRICK, J.** *Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research*. Communications of the Association for Information Systems, Vol. 27, p.173-184, 2010.

**DICK, G. & BURNS, M.** *Green IT in Small Business: An exploratory study*. Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference. Atlanta, USA, March 2011.

**ELLIOT, S.** *Environmentally sustainable ICT: A critical topic for IS research*. PACIS 2007 Conference Proceedings. 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). China, 2008.

**FUCHS, C.** *The Implications of New Information and Communication Technologies for Sustainability*. Environment, Development and Sustainability, Vol. 10, 2008, pp. 291-309.

**GARTNER.** *Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions*. Retrieved from <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>>, April 24, 2010.

**HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. & BLACK, W.** *Análise Multivariada de Dados*. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**KIM, Y. & KO, M.** *Identifying Green IT Leaders with Financial and Environmental Performance Indicators*. AMCIS 2010 Proceedings. 2010.

**KO, M.; CLARK, J. & KO, D.** *Investigating the impact of “green” information technology innovators on firm performance*. Journal of Information Technology Management, Vol. XXII, n. 2, 2011.

**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, Vol. 4, n.2, 2011.

**MELVILLE, N.** *IS Innovation for Environmental Sustainability*. MIS Quarterly. Vol. 34. n.1, 2010.

**MINES, C.** *The Dawn of Green IT Services*. Forrester Research, Retrieved from <<http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/24ABF590-558E-42E6-B78B-143AFCF81A23/0/TheDawnOfGreenITServices.pdf>>, June 23, 2008.

**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.

**MOLLA, A.** *Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and Motivation Models*. PACIS 2009 Proceedings, 2009.

**MURUGESAN, S.** *Harnessing green IT: Principles and practices*. IT Professional, v. 10, n. 1, 2008.

**OZTURK, A.; UMIT, K.; MEDENI, I.T.; UCUNCU, B.; CAYLAN, M.; AKBA, F.; & MEDENI, T.D.** *Green ICT (Information and Communication Technologies): a review of academic and practitioner perspectives*. International Journal Of eBusiness And eGovernment Studies, Vol. 3, n.1, 2011.

**POLLACK, T.A.** *Green and Sustainable Information Technology: A Foundation for Students*. ASCUE 2008 Proceedings. 2008.

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

**SETTERSTROM, A.** *The Natural Resource-Based View of a Firm: Strategic Opportunities in IT*. Academy of Management 2008 Annual Meeting, 2008.

**THIBODEAU, P.** *Gartner’s Top 10 Strategic Technologies for 2008*. Computerworld, 2007.

**VANTTINEN, M.; & PYHALTO, K.** *Strategy process as an innovative learning environment*. Management Decision, Vol. 47, 2009.

**VELTE, T.; VELTE, A. & ELSENPETER, R.** *Green IT: Reduce Your Information System's Environmental Impact While Adding to the Bottom Line.* The McGraw-Hill Companies, 2008.

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