

**AVALIAÇÃO DOS CONSUMIDORES DA COMUNIDADE ACADÊMICA DE UMA INSTITUIÇÃO
DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICA EM RELAÇÃO AS PRÁTICAS DE TI VERDE NAS
ORGANIZAÇÕES**

RESUMO

O objetivo deste artigo é entender a avaliação dos consumidores em relação as práticas de TI Verde nas organizações. O presente trabalho busca confirmar o modelo construído teoricamente por Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014) por meio da aplicação empírica que utilizou, para a análise de dados a Modelagem de Equações Estruturais – MEE. A pesquisa, do tipo *survey* em corte transversal único, foi realizada em uma Instituição de Ensino Superior pública, localizada no município de Osasco, utilizando questionário estruturado com cinco opções de resposta do tipo Likert e contou como respondentes: os discentes e docentes do curso de graduação em administração, além dos funcionários técnico administrativos em educação. Os resultados obtidos confirmaram a grande significância estatística dos caminhos estruturais, e demonstraram que o modelo proposto por Lunardi et al. (2011 e 2014) é consistente, com ajustamento adequado, podendo ser aplicado em futuras pesquisas.

Palavras-chave: Consumo; Percepções; TI Verde.

**ACADEMIC COMMUNITY CONSUMER ASSESSMENT AN INSTITUTION OF PUBLIC HIGHER
EDUCATION IN RELATION TO GREEN IT PRACTICES IN ORGANIZATIONS**

ABSTRACT

The purpose of this article is understanding the consumers of the academic community community in a public higher education institution in relation to Green IT practices in organizations. This study aims to confirm the model developed by Lunardi et al. (2011) Lunardi et al. (2014) through the application of multivariate statistical technique of Structural Equation Modeling (SEM). The survey research was conducted in a public higher education institution, based in the city of Osasco, using structured questionnaire with five point likert scale options and the respondents were: the students and professors from graduate school in Business Administration, in addition to employees administrative technician education. The results confirmed the highly significant and demonstrate that the model is consistent with proper adjustment can be used in future research.

Keywords: Consumption; Perceptions; Green IT.

Luis Hernan Contreras Pinochet¹
Mariana Kisters Ventura da Silva²
Patricia Miyumi Matsuda³

¹ Doutor em Administração pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas - EAESP/FGV. Professor do Departamento de Administração da Escola Paulista de Política, Economia e Negócios da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP. Brasil. E-mail: luis.hernan@unifesp.br

² Graduanda em Administração da Escola Paulista de Política, Economia e Negócios da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP. Brasil. E-mail: marianakisters@yahoo.com

³ Especialização em Governança de TI pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Brasil. E-mail: patricia.matsuda@uol.com.br

1 INTRODUÇÃO

Farias e Santos (2000) observaram que a análise do comportamento do consumidor em relação a intenção do consumo, como uma atividade que motiva as atividades relacionadas a satisfação analisam a importância da temática dentro do marketing. Os autores observaram também que a modelagem de equações estruturais é uma ferramenta que pode trazer uma melhor compreensão deste fenômeno. Neste contexto, a satisfação do consumidor vem sendo encarada como fator crucial para o sucesso dos mais variados tipos de organizações.

Para Salles et al. (2013) a revolução tecnológica facilitou o desenvolvimento de um contexto de consumismo supérfluo, originando um comportamento social marcado por desperdícios, consumismo exagerado de recursos e omissão dos efeitos causados ao meio ambiente.

O tema da TI Verde defende a ideia de que é possível criar e utilizar tecnologias que levam ao crescimento das empresas sem danificar o meio ambiente, mantendo sempre o foco no aumento de produtividade, o que representa uma considerável contribuição para a preservação dos recursos naturais.

Diante disso, a TI Verde significa pensar na Tecnologia da Informação de forma sustentável através da definição e utilização de métodos que ajudem a preservar a natureza, seja por meio da diminuição de substâncias químicas na produção de equipamentos e/ou do descarte inteligente de equipamentos eletrônicos, reciclagem e, quando possível, reuso de materiais, dentre outras ações.

O termo TI Verde vem sendo disseminado há pouco tempo, entretanto, algumas empresas já estavam preocupadas com questões relacionadas a sociedade, meio ambiente e TI. Nesse sentido, novos produtos e serviços vem sendo desenvolvidos para reduzir o consumo de energia, especialmente, de acordo com Brown (2009) nos processos de armazenamento de dados – data centers, cadeia de suprimentos, entre outros.

Entre os principais resultados o estudo propôs estabelecer as relações e classificações entre os atributos do modelo de Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014) sobre as principais práticas e TI Verde adotadas pelas organizações direcionando as percepções a uma amostra de 210 entrevistados com o apoio da modelagem de equações estruturais. A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2014. O artigo está assim estruturado: inicialmente são apresentados os fundamentos teóricos identificados na literatura; os procedimentos

metodológicos; a análise dos dados; e, finalmente as conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Perspectivas do Comportamento do Consumidor

O modelo de comportamento do consumidor proposto por Howard e Sheth (1969) caracterizou dentro de seus modelos mentais identificar a percepção (procura da informação; sensibilidade à informação; e viés perceptual) e aprendizagem (predisposições; motivações da escolha; critérios de escolha; conjunto evocado; e satisfação).

Mowen (1988) define o comportamento do consumidor como o estudo sistemático dos processos de compra e troca envolvidos na aquisição, consumo, avaliação e descarte de produtos, serviços, ideias e experiências.

Lopes e Silva (2011) desenvolveram uma construção teórica a respeito dos principais modelos do comportamento do consumidor desenvolvidos e fizeram uma reflexão crítica sobre suas principais características.

As teorias que estabelecem conexões com as perspectivas do comportamento do consumidor idealizam modelos integrativos que permitem que se faça a distinção e compreensão das diferentes fases do processo decisório na tentativa de prever o comportamento futuro.

Lopes e Silva (2011) também observam incessante busca por inovações, maior nível de informação e envolvimento sobre os produtos adquiridos, redução da assimetria de informações fortemente motivada pelo uso da web como meio de relacionamento e troca de experiências de consumo e o crescente interesse por assuntos relacionados à preservação do meio ambiente como alguns dos fenômenos comportamentais que fazem parte de novas proposições integrativas do comportamento dos consumidores.

2.2 A Convergência da Tecnologia da Informação com Questões Sustentáveis

A Tecnologia da Informação passou a ter seu crescimento contínuo, tanto no uso corporativo quanto doméstico, e obteve da comunidade especializada o início de uma discussão sobre a relação entre, sociedade, meio ambiente e TI (Harmon et al., 2012).

Os recursos tecnológicos e computacionais que designam a Tecnologia da Informação são

considerados grandes consumidores de energia elétrica, do início ao fim do seu ciclo de vida; e isso pode representar um aumento de emissão de gases e poluentes que impactam diretamente ao ambiente (Faucheux & Nicolai, 2011).

Fuchs (2008) observou que a relação de TI com a sustentabilidade não é apenas uma questão de consumismo ético, mas também de responsabilidade social. A TI Verde é observada neste sentido como um “fiscal” que realiza o controle e redução da “situação ecológica” nas operações de TI.

Para Lunardi et al. (2014), ser verde tornou-se uma nova atividade na agenda dos líderes de TI (Gartner, 2010). Pode-se observar que, em geral, a demanda pela gestão ambiental cobrada por órgãos reguladores, por consumidores e público está continuamente crescendo.

Faria et al. (2013) observaram que o custo crescente da energia e os novos padrões tecnológicos existentes têm ocasionado inovações para promover a eficiência e reduzir o consumo dos equipamentos e sistemas.

Diante desse cenário de constante crescimento da utilização da TI, em que as empresas precisam diminuir o impacto nocivo de suas ações para a sociedade e o meio ambiente, e considerando os esforços para ações de melhoria de diferentes tipos de empresas surge a necessidade de entender se a sociedade possui esclarecimentos específicos do tema e se há possibilidades de que estas práticas empresariais possam contribuir com a sociedade em benefício do meio ambiente.

Pinto e Savoine (2011) também reforçam que a adoção de medidas sustentáveis por uma empresa pode resultar na obtenção de benefícios oferecidos pelo Governo, entre eles a participação

em certos processos licitatórios e de contratos. O Selo Verde é considerado um organismo certificador que fiscaliza se o produto da organização, de forma direta ou indireta é sustentável.

Para Kim e Ko (2010) cada organização tem sua própria perspectiva para avaliar o ambiente de negócios, e é possível que boa parte delas se torne ambientalmente proativa, enquanto muitas outras ainda sejam relutantes a tomarem uma abordagem mais agressiva. Contudo, os autores sugerem que uma visão mais superficial sobre esta temática indica que as atividades ambientais podem aumentar os custos de produção por causa dos investimentos de capital e custos de operação, resultando em um relacionamento negativo entre a adoção de práticas verdes e o resultado financeiro da empresa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia desta pesquisa compreendeu na execução de uma fase a fim de comprovar respostas e validar os questionários obtidos a partir da tabulação e análise estatística. O critério de seleção, conduzido por conveniência (Malhotra, 2012), envolveu docentes e discentes do Curso de Graduação em Administração, e todos os funcionários técnicos administrativos (TAEs – Técnicos Administrativos de Ensino) do Campus. Em função da limitação de tempo e também da agenda dos participantes nem todos puderam participar da pesquisa. A pesquisa envolveu um universo de 348, sendo que participaram da pesquisa efetivamente 210 conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Participantes da Pesquisa

	Quantidade Total	Respondentes	%
- Discentes	287	159	55,4
- Técnicos Administrativos de Ensino	30	24	80
- Docentes	31	27	87,1
Total:	348	210	60

Fonte: Primária.

O estudo teve abordagem quantitativa, no qual o método de pesquisa utilizado foi um *survey*, em corte transversal único (Malhotra, 2012), de natureza exploratória em função dos objetivos propostos, que teve como característica a obtenção de informações por um questionário. Utilizou-se nesta pesquisa o tipo *cross-section* (corte-transversal), uma vez que os dados para esta fase

foram coletados entre os meses de outubro a dezembro de 2014.

Para esta pesquisa que teve como ênfase o uso do Modelo de Equação Estrutural na estimação da satisfação do consumidores optou-se pelo modelo baseado em mínimos quadrados parciais, ou abreviadamente, PLS (*Partial Least Squares*). Este modelo baseado no PLS maximiza o poder (acurácia) preditivo das variáveis latentes. O PLS é

composto por um conjunto de procedimentos baseados em métodos de mínimos quadrados ordinários, desenvolvidos para estimar as relações entre as variáveis do modelo. O software empregado nesta pesquisa na estimação dos parâmetros foi o PLS-SEM (*Partial Least Squares – Structural Equation Modeling*).

O PLS considera modelos de medidas para variáveis latentes contínuas e tem a capacidade de estimar modelos provenientes de sistemas de equações. Os sistemas de equações nos auxiliam nos seguintes casos: (1) quando existirem variáveis intermediárias no modelo; (2) quando existirem causas diretas entre variáveis endógenas e; (3) quando existirem causas recíprocas entre variáveis. As ligações entre as variáveis mostram as suas dependências e relações e também para estimar relacionamentos lineares entre variáveis latentes (Chin, 1994).

O PLS foi desenvolvido para estimar somente modelos recursivos, por outro lado, foi desenvolvido também para maximizar a acurácia preditiva do modelo (Jöreskog & Wold, 1982), enquanto oferece flexibilidade para a modelagem exploratória.

Instrumento de coleta de dados

A ferramenta de coleta de dados foi um questionário estruturado baseado em aspectos teóricos que contemplam estudos diversos publicados no âmbito nacional e internacional sobre a prática da TI Verde nas organizações.

A construção do questionário contemplou os seguintes pressupostos:

- Uma parte do questionário que testou o modelo de Lunardi et al. (2011) foi dividido e agrupado em constructos, ou seja questões que tratam de um mesmo aspecto conforme Parassumaraman et al. (1994), ainda neste caso, em função do critério amostral a análise foi generalista com reunindo os três grupos. Outras

questões procuraram entender a pontos específicos da temática da TI Verde em uma perspectiva comparativa entre os grupos analisados.

- As questões foram respondidas através de uma escala ordinal, Likert, no qual as mesmas variavam de 1 a 5, sendo representadas qualitativamente pelas seguintes percepções: 1 indica menor importância, e 5 a maior importância de cada item analisado nas dimensões.
- Observaram-se os resultados obtidos foram ou não os mesmos em função da isenção de erros aleatórios.
- O instrumento com alto grau de confiabilidade não significa necessariamente que o instrumento seja válido.

A técnica de questionário foi realizado com um formulário de pesquisa que foi respondido diretamente pelos respondentes. Utilizaram-se múltiplos meios de coletas de dados: agendamento de horário, telefone, e e-mail. A pesquisa manteve o nome original da Instituição de Ensino Superior, bem como de seus respondentes no anonimato, preservando assim a integridade.

Validade

Segundo Hayes (1998) a validade de um instrumento de medição é caracterizado para avaliar sua efetividade, e portanto, para ser válido o instrumento deve ser confiável. Como a TI Verde aparece como um campo de pesquisa relativamente novo, seu avanço como área de estudos requer teorização, construção de modelos e desenvolvimento de medidas (Hair Jr. et al, 2009).

As práticas de TI Verde foram agrupadas a partir da análise e associações qualitativas com base no modelo desenvolvido por Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014), no qual a estrutura está reunida em 36 diferentes práticas de TI Verde em 7 categorias distintas conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Principais práticas de TI Verde adotadas pelas organizações

Constructo	Variável	Descrição	Principais referências
Práticas de Conscientização	Campanhas de conscientização	A conscientização ambiental sobre o uso racional dos equipamentos e a orientação dos funcionários sobre a adoção das novas tecnologias que beneficiam o ambiente e tornam a empresa mais sustentável são passos importantes para a implantação eficaz de práticas sustentáveis dentro das organizações.	Mingay (2007) Fuchs (2008) Pereira (2009) Pinto e Savoie (2011) Harmon et al. (2012)
	Fornecedores verdes		
	Política de sustentabilidade		
	Teletrabalho / vídeo conferência		
	Prédio verde		
	Comitês de sustentabilidade		
	Análise de eficiência energética		
Datacenter Verde	Consolidação de servidores	Os Datacenters tem um desafio de se tornarem cada vez mais “verdes”, pois uma das grandes preocupações das empresas que gerenciam serviços de Datacenter é o consumo de energia, sendo que cada vez mais servidores são necessários para suprir a demanda crescente de produtos online.	Veras (2009) Gupta (2010)
	Consolidação de desktops		
	Modernização do datacenter		
	Terceirização de servidores		
Descarte e Reciclagem	Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos	Muitas empresas não sabem como fazer o descarte correto dos equipamentos velhos, essa falta de informação ocorre na questão da logística reversa ou até mesmo descaso. Atualmente, quase todo o material dos PCs é reciclável, com exceção do vidro de monitores, que leva chumbo na fabricação. No Brasil, um bom número de empresas de tecnologia adota o condicionamento de seus componentes como peças e cartuchos.	Aguilar (2009) Hoover (2009) Fauchaux e Nicolai (2011)
	Descarte correto		
	Recolhimento de materiais		
	Doação ou entrega de equipamentos		
	Estímulo para os recicladores		
	Leis de regulamentação		
	<i>Trade-in</i>		
Fontes Alternativas de Energia	Uso de energias renováveis	Há uma grande carga de energia que é utilizada por equipamentos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) entre eles: computadores, servidores, notebooks, ultrabooks, tablets, smartphones, impressoras, roteadores, entre outros.	Murugesan (2008) Hoover (2009) Faria et al. (2013)
	Aproveitamento do calor para outros fins		
	Aproveitamento da água		
Hardware	Equipamentos mais eficientes	Uma preocupação importante neste caso é que as organizações devem se preocupar com o descarte correto de equipamentos, muitas vezes um computador é substituído por outro, mais moderno e eficiente, por exemplo, entretanto as empresas não o descartam e isto gera um aumento na poluição.	Domingues (2011)
	Substituição de monitores CRT por LCD		
	Eliminação de componentes reciclados		

	Aumento do ciclo de vida dos produtos		
Impressão	Monitorar impressões	Através de políticas de impressão é possível reduzir a quantidade de impressões das organizações. são práticas que envolvem soluções de monitoramento e redução do desperdício de energia elétrica no gerenciamento de impressões. Alguns softwares podem até mesmo indicar quantas árvores as empresas consomem para gerar o volume de impressões e cópias para análise no processo de conscientização dos funcionários nas organizações.	Dreher (2010)
	Digitalização de documentos		
	Terceirização de impressões		
	Impressão frente-e-verso		
	Consolidação de impressoras		
	Uso de papel reciclado		
	Uso de multifuncionais		
Software	Sistemas de gerenciamento de energia	As organizações devem analisar atentamente quais recursos físicos serão necessários para suportar a carga de atividades virtuais e monitorar os recursos de hardware. O uso desse aplicativo auxilia no combate ao impacto ambiental. As práticas verdes ligadas aos softwares podem trazer benefícios econômicos, ambientais e de melhoria no desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos.	Dreher (2010)
	Aplicativos eficientes		
	Sistemas de controle (emissão de gases, qualidade da água)		
	Sistema para projetar produtos mais eficientes		

Fonte: Adaptado pelos autores de Lunardi et al. (2011, p. 9) e Lunardi et al. (2014).

A Tabela 2 apresentada anteriormente com base na pesquisa de Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014) possibilita que sejam percebidas que as estratégias politicamente corretas em relação ao meio ambiente estão ganhando espaço na lista de prioridades dos executivos com base em estudos e pesquisas acadêmicas e de mercado. Embora algumas práticas sustentáveis envolvam investimentos bastante elevados, boa parte delas pode ser adotada sem que a saúde financeira da organização seja comprometida, dependendo apenas do esforço interno das diferentes áreas funcionais e apoio da alta gestão para o seu sucesso.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Teste de Normalidade e Multicolinearidade

Para o modelo foi utilizado o teste de multicolinearidade (matriz de correlação definida como a dependência linear entre duas ou mais variáveis) e fator inflação de variância – VIF visto

na Tabela 3. Nas variáveis preditoras de satisfação dos consumidores em relação as Práticas de TI Verde foi possível acomodar a multicolinearidade no modelo.

O PLS permite a modelagem de variáveis multicolineares, reunidas como variáveis preditoras independentes de uma ou mais variáveis latentes, entretanto elas devem ser modeladas como indicadores reflexivos. Se forem modeladas como indicadores formativos, poderão ocorrer erros, pois não existe uma forma de avaliar a interdependência entre essas variáveis, causando instabilidade na estimação. Além disso, o PLS não permite a estimação de correlações indiretas, isto é, associações entre variáveis não tem uma direção.

Dentro da amostra observaram-se algumas informações que foram utilizadas para tomada de decisão e formação do modelo estatístico paramétrico, entre eles verificou-se que o menor elemento da amostra foi o “1” e o maior elemento foi o “5” para cada uma das variáveis pertencentes aos constructos.

Tabela 3 - Teste de normalidade e multicolinearidade

Var.	Descrição da Variável	n	Med.	DP	Limite Sup.	Limite Inf.	KS	Tol.	VIF
PC1	Campanhas de Conscientização	204	4,19	1,112	,232	-,332	4,736	,622	1,606
PC2	Fornecedores Verde	203	4,14	1,007	,197	-,285	4,067	,564	1,774
PC3	Política de Sustentabilidade	204	4,45	,855	,259	-,374	5,339	,653	1,532
PC4	Teletrabalho / vídeoconferência	201	2,89	1,221	,164	-,159	2,328	,513	1,949
PC5	Prédio verde	201	3,55	1,280	,148	-,195	2,767	,471	2,122
PC6	Comitês de sustentabilidade	204	3,49	1,269	,134	-,172	2,459	,517	1,935
PC7	Análise de eficiência energética	202	4,10	1,106	,208	-,292	4,154	,473	2,112
DTCV1	Consolidação de servidores	200	3,57	1,132	,166	-,175	2,469	,349	2,864
DTCV2	Consolidação de desktops	200	3,38	1,091	,199	-,196	2,821	,291	3,441
DTCV3	Modernização do datacenter	203	3,93	1,124	,171	-,228	3,253	,495	2,020
DTCV4	Terceirização do datacenter	200	3,14	1,256	,134	-,163	2,308	,726	1,378
DR1	Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos	202	4,66	,745	,323	-,459	6,523	,445	2,249
DR2	Descarte correto	204	4,76	,656	,357	-,496	7,083	,329	3,042
DR3	Recolhimento de materiais	203	4,63	,749	,311	-,453	6,449	,374	2,671
DR4	Doação ou entrega de equipamentos	203	4,28	1,040	,243	-,328	4,677	,378	2,642
DR5	Estímulo para os recicladores	203	4,44	,873	,260	-,380	5,419	,397	2,519
DR6	Leis de regulamentação	203	4,40	,941	,263	-,372	5,304	,523	1,913
DR7	Trade-in	204	4,44	,921	,270	-,396	5,662	,565	1,769
FAE1	Uso de energias renováveis	204	4,40	,970	,267	-,380	5,428	,599	1,668
FAE2	Aproveitamento do calor para outros fins	204	4,09	1,061	,195	-,285	4,076	,537	1,863
FAE3	Aproveitamento da água	204	4,55	,838	,295	-,416	5,936	,617	1,622
HW1	Equipamentos mais eficientes	204	4,29	,904	,216	-,309	4,408	,551	1,815
HW2	Substituição de monitores CRT por LCD	201	3,80	1,096	,146	-,196	2,785	,493	2,028
HW3	Eliminação de componentes reciclados	200	3,94	1,224	,192	-,278	3,930	,593	1,688
HW4	Aumento do ciclo de vida dos	202	4,11	1,061	,202	-,283	4,026	,540	1,852

	produtos								
IMP1	Monitorar impressões	200	3,57	1,305	,137	-,193	2,735	,667	1,499
IMP2	Digitalização de documentos	203	4,09	1,075	,199	-,293	4,177	,598	1,672
IMP3	Terceirização de impressões	200	2,83	1,323	,169	-,156	2,388	,465	2,151
IMP4	Impressão frente-e-verso	203	3,80	1,198	,159	-,230	3,280	,545	1,834
IMP5	Consolidação de impressoras	200	3,36	1,283	,149	-,152	2,155	,336	2,980
IMP6	Uso de papel reciclado	201	4,00	1,127	,187	-,260	3,691	,450	2,222
IMP7	Uso de multifuncionais	200	3,62	1,286	,142	-,193	2,735	,418	2,395
SW1	Sistemas de gerenciamento de energia	203	4,23	1,028	,226	-,311	4,431	,591	1,693
SW2	Aplicativos eficientes	203	4,11	1,014	,190	-,269	3,826	,463	2,161
SW3	Sistemas de controle (emissão de gases, qualidade da água)	203	4,41	,882	,251	-,355	5,052	,482	2,076
SW4	Sistema para projetar produtos mais eficientes	203	4,13	1,021	,197	-,271	3,866	,639	1,565

Descrição: K-S: Komolgorov-Smirnov; Sig: p<0,01; Tol = Tolerance.

Fonte: Primária.

A Tabela 3 apresenta os resultados das médias das variáveis que formam as categorias (constructos) do modelo de Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014). Fazendo uma breve interpretação dos dados observa-se que:

No constructo Práticas de Conscientização a variável “Política de Sustentabilidade” (4,45) foi considerada a de maior relevância e a “Teletrabalho/Videoconferência” (2,89) a de menor. No constructo Data Center Verde a variável “Modernização do Datacenter” foi considerada a de maior relevância e a “Terceirização do Datacenter” (3,14) a de menor. No constructo Descarte e Reciclagem a variável “Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos” (4,66) foi considerada a de maior relevância e a “Doação ou entrega de equipamentos” (4,28) a menor. No constructo Fontes Alternativas de Energia a variável “Aproveitamento da água” (4,55) foi considerada a de maior relevância e a de “Aproveitamento do Calor” (4,09) a menor. No constructo Hardware a variável “Equipamentos mais eficientes” (4,29) foi considerada a de maior relevância e a “Substituição de monitores CRT por LCD” (3,80) a menor. No constructo Impressão a variável “Digitalização de documentos” (4,09) foi considerada a de maior

relevância e a “Terceirização de impressão” (2,83) a menor. E por fim, no constructo Software a variável “Sistemas de Controle (emissão de gases, qualidade de água)” (4,41) foi considerada a de maior relevância e a de “Aplicativos Eficientes” (4,11) a de menor.

Ademais, o resultado do teste de normalidade corroborou a opção pela estimação do modelo estrutural por meio da matriz de correlação em mínimos quadrados parciais (Ringle, Bido & Silva, 2014).

Validade Convergente

As validades convergentes foram obtidas pelas observações das Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs) apresentadas na Tabela 4. Usou-se o critério de Fornell e Larcker (Henseler et al., 2009), isto é, os valores das AVEs devem ser maiores que 0,50 (AVE>0,50). A AVE representa a porção de dados (nas respectivas variáveis) que é explicada por cada um dos constructos ou VL, respectivos ao seus conjuntos de variáveis ou quanto em média, as variáveis se correlacionam positivamente com os seus respectivos constructos ou Variável Latente - VL

(Fornell & Larcker, 1981). No caso desta pesquisa observou-se que as AVEs dos constructos “Datacenter Verde”, “Fontes Alternativas de Energia” e “Software” admitem ao modelo um

resultado mais satisfatório, os demais constructos estão com valores muito próximos de 0,5, mas que não chegaram ao nível mínimo.

Tabela 4 - Indicadores Gerais de Valores da Qualidade de Ajuste do Modelo

Constructos	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Nº de itens	AVE	R ²
Datacenter Verde	0,788	0,877	4	0,706	0,420
Descarte e Reciclagem	0,823	0,869	7	0,488	0,540
Fontes Alternativas de Energia	0,637	0,805	3	0,579	0,334
Hardware	0,646	0,789	4	0,485	0,541
Impressão	0,787	0,850	7	0,489	0,503
Práticas de Conscientização	0,732	0,817	7	0,429	0,565
Software	0,665	0,799	4	0,500	0,515

Fonte: Primária.

Ringle et al. (2014) caracterizam que nestas situações devem-se eliminar variáveis observadas ou mensuradas dos constructos que apresentam a AVE < 0,50. AVE é média das cargas fatoriais elevada ao quadrado. Assim, para se elevar o valor da AVE devem-se eliminar as variáveis com cargas fatoriais (correlações) de menor valor.

Ao realizar a análise da validade convergente foram descartados três itens (PC1=0,454 “Campanhas de Conscientização”; IMP2=0,47 “Digitalização de Documentos”; e DTCV4=0,440 “Terceirização de Datacenter”) que apresentaram carga inferior a 0,50. O modelo obtido parte de uma mensuração reflexiva, no qual calculam-se as correlações entre os constructos e suas variáveis mensuradas, e na sequência foram realizadas regressões lineares entre os constructos (modelos estruturais).

Dessa forma, foi possível gerar um modelo mais complexo com número menor de dados. A Modelagem de Equações Estruturais foi desenvolvida com o apoio do software SmathPLS 3.0 Professional. Também foi utilizada a opção “Factor Weighting Scheme” no programa que fez uma análise quase fatorial confirmatória – (relações entre variáveis latentes (VL) que são correlações).

Observação dos valores da Consistência interna (alfa de Cronbach) e Confiabilidade Composta (CC)

A confiabilidade de uma medida é o grau pelo qual a medida está livre dos erros aleatórios (Bollen, 1989). Enquanto a confiabilidade composta prioriza as variáveis de acordo com as suas confiabilidades, a consistência interna é muito sensível ao número de variáveis em cada constructo. Valores do AC acima de 0,60 e 0,70 são

considerados adequados em pesquisas exploratórias e valores de 0,70 e 0,90 do CC são considerados satisfatórios (Hair Jr. et al., 2014). No caso da pesquisa, observou-se na Tabela 3 que todos os alfas de Cronbach estão acima de 0,60.

Na análise da Confiabilidade Composta (CC) apresentada na Tabela 3, nenhum dos constructos obteve índice abaixo de 0,6. O índice mais baixo foi o da variável latente (constructo) “Hardware” 0,789.

Estimação e Construção do Modelo de Equações Estruturais

A estimação no PLS é realizada iterando sobre uma sequência de partes do modelo com o objetivo de minimizar a variância residual associada a todas as variáveis endógenas. Essas partes do modelo constituem-se nos modelos de medidas para as variáveis latentes, chamados de “blocos”, e no conjunto de relacionamentos que conectam as variáveis latentes. Os dados analisados através do PLS são tipicamente matrizes de correlações.

As variáveis observadas no PLS podem se relacionar com as variáveis latentes de duas formas distintas: como indicadores Reflexivos (*Reflective Measurement Model*), significando que as ligações (setas) apontam da variável latente para a observada, ou como indicadores Formativos (*Formative Measurement Model*), as ligações (setas) apontam da variável observada para a latente. A consistência das estimativas do PLS depende do tamanho da amostra e do número de indicadores definidos para cada variável latente. Do contrário, as estimativas das cargas (*loadings*) poderão ficar enviesadas (Lohmöller, 1989).

Neste sentido, para esta pesquisa foi utilizada a amostra total de discentes, docentes, e técnicos administrativos de ensino para que o “n” não fosse pequeno. Desta forma, o objetivo para a análise do modelo de Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014) não foi compreender a relação de cada grupo separadamente, mas observar a satisfação destes grupos como consumidores das práticas de TI Verde de forma integrada.

Como resultado, observa-se na Figura 1, a validade convergente do Modelo Estrutural das

Práticas de TI Verde, no qual apresenta que dos antecedentes propostos pela teoria e avaliados neste estudo, os que mais contribuíram para a compreensão do modelo foram, em ordem de importância os seguintes constructos e suas respectivas cargas: “Práticas de Conscientização” (0,565), “Hardware” (0,541), e “Descarte e Reciclagem” (0,540). Por outro lado, os que menos contribuíram para o modelo foram: “Datacenter Verde” (0,420) e “Fontes Alternativas de Energia” (0,334).

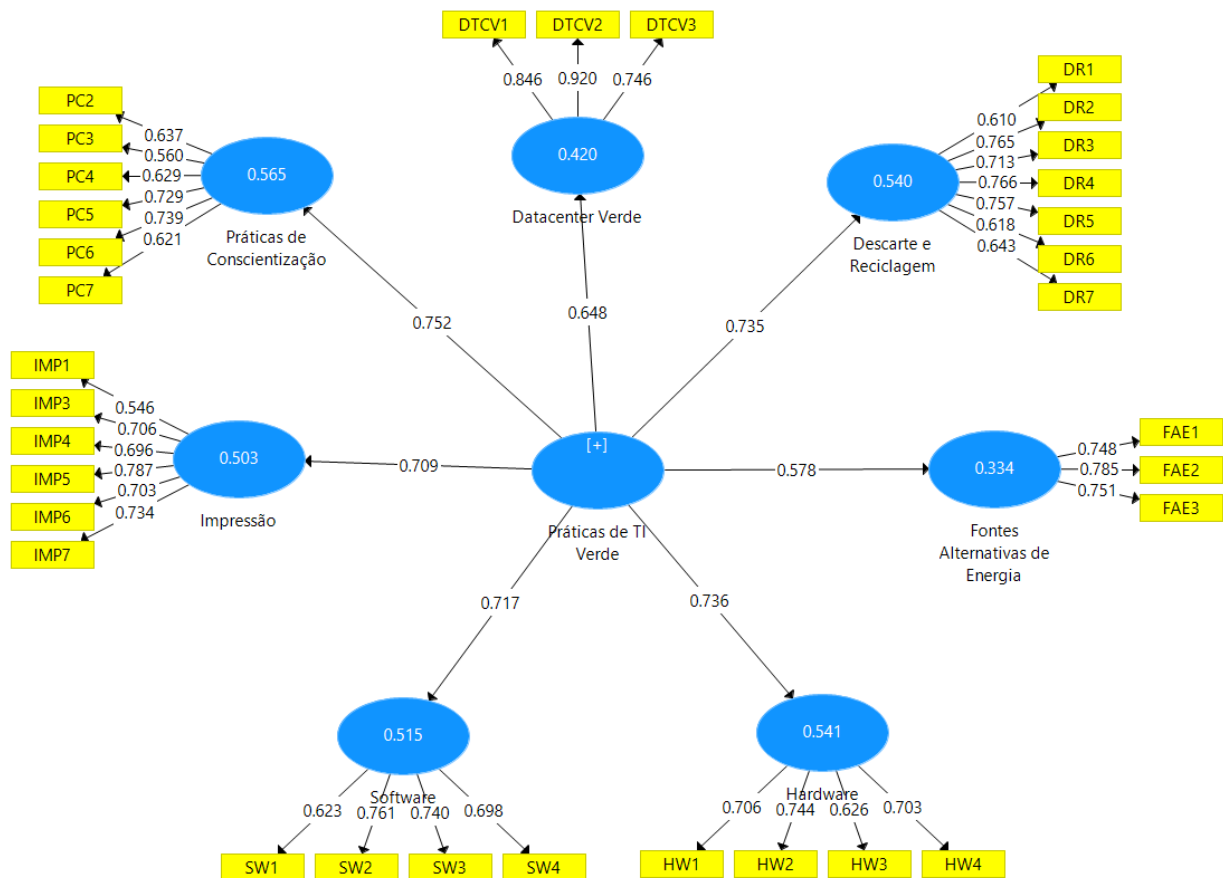


Figura 1 - Validade convergente do Modelo Estrutural das Práticas de TI Verde.
Fonte: Primária.

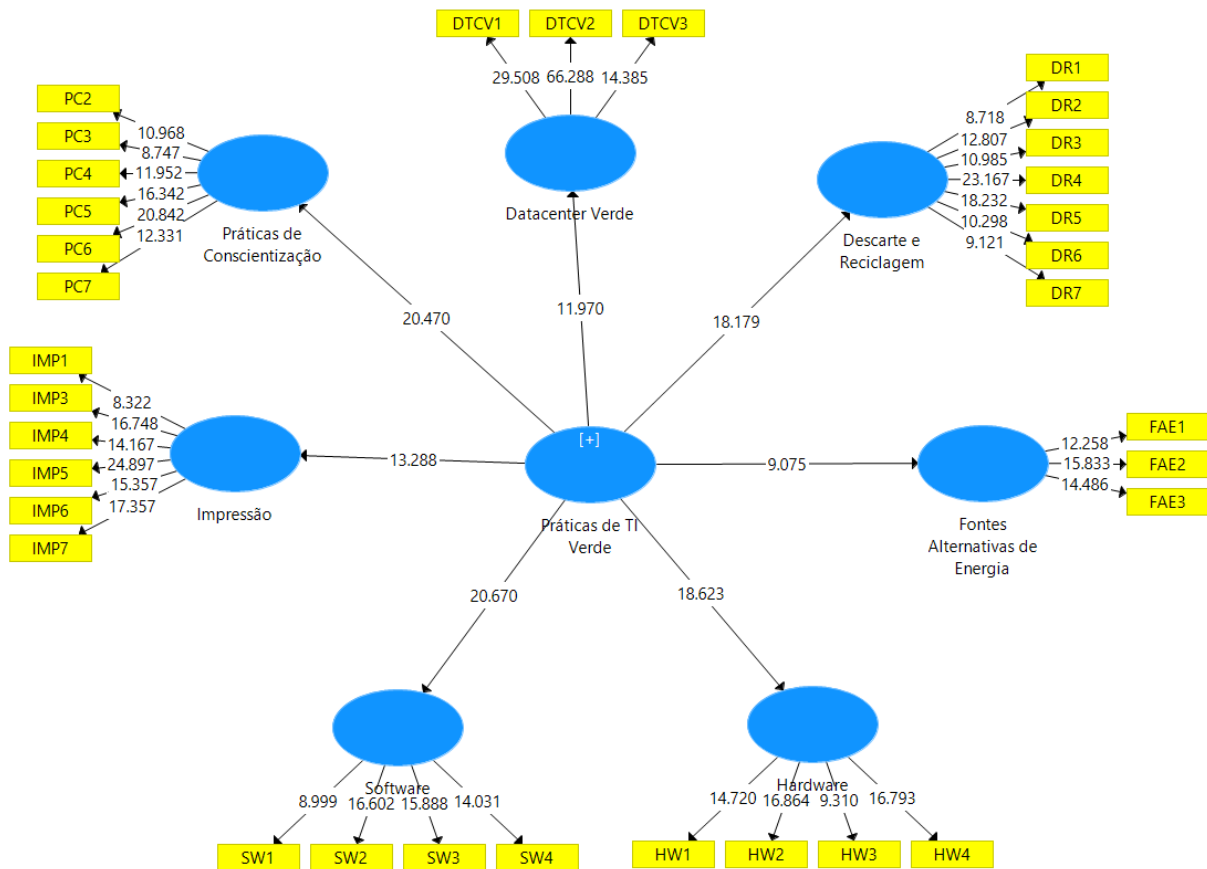


Figura 2 - Modelo Estrutural das Práticas de TI Verde com os valores dos testes t de Student obtidos por meio do módulo Bootstrapping do SmartPLS.

Fonte: Primária.

Hair Jr. et al. (2009) argumentam que o diagrama deve ser definido em termos de constructos, para então buscar-se variáveis que irão mensurá-los. A regra geral é que cada constructo é definido por um número de indicadores entre 5 e 7, embora quando se lida com escalas preexistentes, isto não seja válido. Os constructos podem ser exógenos ou endógenos. Cada constructo endógeno constitui uma variável dependente nas equações estruturais.

Entretanto, como não existem testes estatísticos disponíveis no PLS para avaliar a significância dos parâmetros, nem do ajuste do modelo e nem das diferenças entre modelos. Inferências para estas estatísticas podem ser realizadas através de dois métodos: Jackknife ou *Bootstrapping* (Ringle et al., 2014). No caso desta

pesquisa, apresentado na Figura 2 utilizou-se para detectar a presença de grupos dentro dos dados que não haviam sido controlados o “*Bootstrapping*” que é uma técnica de reamostragem. No caso, foi feito o *Bootstrapping* com uma reamostragem de 500.

Validade Discriminante

Para avaliar a validade discriminante, cada variável latente deve partilhar a variância mais com seu bloco de indicadores do que com qualquer indicador de outra variável latente, assim a raiz quadrada do AVE de cada variável latente deve ser maior que a correlação com as outras variáveis latentes.

Tabela 5 - Validade Discriminante: Critério de Fornell-Larcker

Constructos	Datacenter Verde	Descarte e Reciclagem	Fontes Alternativas de Energia	Hardware	Impressão	Práticas de Conscien-tização	Software
Datacenter Verde	0,840						
Descarte e Reciclagem	0,331	0,699					
Fontes Alternativas de Energia	0,227	0,425	0,761				
Hardware	0,419	0,424	0,442	0,696			
Impressão	0,416	0,318	0,293	0,487	0,699		
Práticas de Conscien-zação	0,446	0,462	0,345	0,481	0,428	0,655	
Software	0,426	0,463	0,375	0,431	0,449	0,454	0,707

Fonte: Primária.

A Tabela 5 mostra, na diagonal em destaque, a raiz quadrada do AVE, e nos demais campos a correlação entre as variáveis latentes (no caso dos constructos). A raiz quadrada do AVE de cada variável latente é maior que a correlação com as outras variáveis latentes. Pelo critério Fornell-Larcker, a raiz quadrada do AVE de cada variável latente apresentou-se maior que a correlação com todas as outras variáveis latentes.

Avaliação do Modelo Estrutural

Para Tenenhaus et al. (2005), o principal critério de avaliação da confiabilidade e da validação do modelo estrutural é por meio do coeficiente de determinação (R^2) para as variáveis latentes endógenas. Chin (1998) considera os valores de R^2 0.67, 0.33 e 0.19 no PLS como substancial, moderado e fraco, respectivamente.

Todas as variáveis latentes endógenas (constructos) Datacenter Verde, Descarte e

Reciclagem, Fontes Alternativas de Energia, Hardware, Impressão, Práticas de Conscientização, e Software obtiveram valores de R^2 (coeficiente de determinação) entre moderados e substanciais.

Em vez de considerar uma distribuição assumida dos dados, a reamostragem permite calcular uma distribuição empírica de parâmetros estimados (Hair et al., 1998). Por meio da reamostragem, são criadas múltiplas amostras da amostra original e calculados intervalos de confiança da distribuição de parâmetros estimados.

Caro et al. (2011) observam que um dos métodos de reamostragem é o *bootstrapping*, utilizado na modelagem de caminhos PLS, que obtém sua amostra via amostragem com reposição da amostra original. O modelo proposto nesta pesquisa foi estimado utilizando-se a técnica *bootstrapping*, comparando a amostra original com as amostras geradas por essa técnica. Foram geradas 500 amostras e realizado o Teste t conforme é apresentada na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Análise da significância dos caminhos

Caminho estrutural	Carga Original	Média do Bootstrapping (500 amostras geradas)	Erro Padrão	Teste t	Sig.
Práticas de TI Verde -> Datacenter Verde	0,648	0,647	0,054	11,970	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Descarte e Reciclagem	0,735	0,736	0,040	18,179	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Fontes Alternativas de Energia	0,578	0,580	0,064	9,075	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Hardware	0,736	0,738	0,040	18,623	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Impressão	0,709	0,712	0,053	13,288	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Práticas de Conscientização	0,752	0,756	0,037	20,470	p<0,01
Práticas de TI Verde -> Software	0,717	0,721	0,035	20,670	p<0,01

Sendo os limites críticos para o Test t = p<0,10=1,65 ; p<0,05=1,96 ; p<0,01=2,32

O resultado mostrou que todos os caminhos não apresentaram diferença entre a amostra original e as subamostras geradas pela técnica estatística com os limites críticos para o Teste t.

A Prática de TI Verde, apresentada pelo constructo de “Práticas de Conscientização” é a que teve, além de um coeficiente significativo, a carga mais elevada (0,752), mostrando forte relação nas ações informacionais e participativas sobre a temática. Provavelmente, os entrevistados estão atentos as campanhas implementadas pelas organizações em relação a despesas de energia, ações de sustentabilidade, empresas fornecedores de práticas sustentáveis que tornam-se os principais agentes de mudança para as empresas o qual são contratados em prestações de serviços, além das políticas de sustentabilidades mantidas e divulgadas pelas empresas em seus produtos e serviços.

Na sequência, o constructo “Hardware” com carga (0,736) que apresentou pelos grupos entrevistados interesse por novas tecnologias em relação a eficiência energética, substituindo monitores e lâmpadas para economizar energia, além de aumentar o a vida dos produtos a partir da eliminação de componentes que possam vir a ser nocivos a saúde; e “Destarte e Reciclagem” aparece respectivamente com carga (0,735), demonstrando que há conhecimento por parte dos respondentes sobre descarte correto dos equipamentos obsoletos, recolhimento de materiais, e leis que envolvem questões sobre o descarte do lixo eletrônico.

A Prática de TI Verde, apresentada pelo constructo “Fontes Alternativas de Energia”

indicou a carga mais baixa (0,578) demonstrando pouca influência sobre o conhecimento deste constructo dos respondentes. Isto significa, que apesar dos esforços que existem em relação a fontes renováveis e mudanças na matriz energética mundial há provavelmente dúvidas e inquietações sobre como essas fontes estão sendo desenvolvidas e como será o seu uso em diferentes setores da economia de consumo.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo é uma tentativa preliminar para avançar a pesquisa sobre TI Verde, por meio do teste do modelo proposto por Lunardi et al. (2011) e Lunardi et al. (2014), com base na construção de um modelo teórico e do desenvolvimento de medidas que sejam possíveis avaliar os comportamentos e estratégias mais sustentáveis associadas à utilização da tecnologia da informação pelas organizações, com base nas percepções de um grupo de consumidores que participam de um processo de formação de conhecimento em uma Instituição de Ensino Superior Pública.

Buscou-se validar o instrumento das “Práticas de TI Verde nas Organizações” e analisar com base nas respostas obtidas como vem sendo utilizada pelas empresas, identificando diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações têm abordado a dimensão ambiental da sustentabilidade na área de TI.

A TI Verde não pode ser encarada como uma “nova tendência”, pois não é algo novo conforme foi verificado na literatura, trata-se de algo que deveria ser internalizado e praticado para que os objetivos propostos pelas organizações possam ser alcançados.

A mudança cultural dos entrevistados por meio de uma campanha eletrônica informativa foi observado como essencial e positivo.

Empresas que possuem preocupações com a sustentabilidade e o meio ambiente em seus trabalhos trazem maior segurança e vida saudável, e possibilitam assim à preservação ambiental prevenindo a poluição, a redução do consumo de energia, e melhoria contínua de seus processos e serviços beneficiando assim a sociedade.

A pesquisa centrou-se de um tema complexo conforme observado na fundamentação teórica e está sujeita a variadas interpretações com base na profundidade das implantações das práticas que são executadas nas organizações e percebidas pelos sujeitos de pesquisa.

Optou-se nesta pesquisa pelo uso do PLS pois, o interesse foi em obter previsões mais acuradas dos escores das variáveis latentes, então o PLS dentre outros métodos é o modelo mais indicado dado que o mesmo fornece um método direto para se calcular os escores.

A grande vantagem do PLS é a sua capacidade de acomodar indicadores, independente do seu tipo de medida. Esta característica do PLS pode torná-lo mais conveniente para ser aplicado em dados de “satisfação” que já foram coletados ou que ainda serão coletados. De acordo com Rigdon (1998), existe um alto risco de falhas na aplicação de um método analítico quando o seu uso não foi previamente considerado.

O PLS fornece meios para reconhecer erros de medidas e controlar seus efeitos nas estimativas de outras quantidades. Permite também estimar sistemas de relacionamentos, promovendo uma forma de expressar as múltiplas dependências apontadas na literatura, e permite modelar multicolinearidade de forma que seus efeitos possam ser atenuados na estimação.

A aplicação do PLS neste estudo foi decorrente da sua concepção, que nos apresenta que sua utilização é para aplicações que dispõem de poucas informações teóricas sobre o problema.

Sugere-se em pesquisas futuras, a aplicação do instrumento em diferentes contextos e setores da economia, com uma amostra demográfica podendo ser ampliada, de modo a verificar sua validade externa e possíveis semelhanças ou diferenças entre as empresas e/ou diferentes perfis de consumidores. Além disso, estudos futuros poderão propor a elaboração de modelos confirmatórios que possam testar relações entre os constructos que foram propostos e outras

variáveis precedentes (como os motivos de adoção da TI Verde) ou consequentes (como a análise do impacto da adoção de práticas de TI Verde no desempenho ambiental ou organizacional) conforme Lunardi et al. (2014).

REFERÊNCIAS

- Aguilar, F. P. (2009) Tecnologia da Informação Verde: Uma abordagem sobre investimentos e atitudes das empresas para se tornar socialmente sustentável o meio ambiente, FATEC. São Paulo.
- Bollen, K. A. (1989) Structural Equations with Latent Variables, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Brown, A. S. (2009) The many shades of green. Mechanical Engineering, v. 131, p.22–29.
- Caro, Abrão.; Mazzon, José Afonso.; Caemmerer, Barbara.; Wessling, Matthias. (2011) Inovatividade, envolvimento, atitude e experiência na adoção da compra on-line. Revista de Administração de Empresas. Vol. 51, nº. 6, São Paulo, Nov./Dec.
- Chin, W. W. (1994) PLS-Graph Manual, unpublished, University of Calgary.
- Domingues, A. (2011) Banco Matone ganha produtividade com solução da Dell. Itweb. Disponível em: http://www.itweb.com.br/voce_informa/interna.asp?cod=18800. Acessado em: 19/07/2015.
- Dreher, F. (2010) A tecnologia pode contribuir com a sustentabilidade? Itweb. Disponível em: <http://www.itweb.com.br/noticias/index.asp?cod=67459>. Acessado em: 19/07/2015.
- Faria, Ana Cristina de.; Martins, Márcia da Silva.; Siqueira, Luciene Diana. (2013) TI Verde: mito ou realidade na indústria digital brasileira. XXXVII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro/RJ – 7 a 11 de setembro de 2013.
- Farias, de Salomão Alencar.; Santos, Rubens da Costa. (2000) Consumidor: uma Investigação Teórica e Prática. RAC – Revista de Administração Contemporânea, v. 4, n. 3, Set./Dez.: 107-132.
- Faucheux, S.; Nocolai, I. (2011) IT for green and green IT: A proposed typology of eco-innovation. EconPapers – Economics at your fingertips. Vol. 70, issue 11, pages 2020-2027.

- Fornell, C.; Larcker, D. F. (1981) Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*. v. 18, n. 1, p. 39-50.
- Fuchs, C. (2008) The implications of new information and communication technologies for sustainability. *Environmental Development and Sustainability*, v.10, n.3, p.291–309.
- Gartner, Inc. (2010, April). Gartner estimates ICT industry accounts for 2 percent of global CO₂ emissions. Recuperado em 23 janeiro, 2012, de <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>
- Gupta, S. (2010) Computing with Green responsibility. *Proceedings of the International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology*.
- Hair Jr., J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009) *Análise multivariada de dados* (6a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Hair Jr, Joseph. F.; Hult, G. Tomas. M.; Ringle, Christian M.; Sarstedt, Marko. (2014) *A primer partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. SAGE Publications, Inc.
- Harmon, Robert R.; Demirkan, Haluk.; Raffo, David. (2012) *Roadmapping the Next Wave of Sustainable IT*, *Foresight: The Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy*. In press.
- Hoover, J. (2009) 10 idéias para impulsionar os projetos de TI verde. Itweb. http://www.itweb.com.br/noticias/noticias_imprimir.asp?cod=54086. Acessado em: 19/07/2015.
- Howard, J.; Sheth, J. (1969) *The Theory of Buyer Behavior*. New York: John Wiley.
- Jöreskog, K. G.; Wold, H. (1982) (eds.) *Systems under indirect observation: Casuality-structure-prediction. Part I and II*, North Holland, Amsterdam, New York.
- Kim, Y.; Ko, M. (2010) Identifying Green IT Leaders with Financial and Environmental Performance Indicators. *AMCIS 2010 Proceedings*.
- Lohmöller, J.-B. (1989) *Latent Variable Path Modeling with Partial Least Squares*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Lopes, Evandro Luiz.; Silva, Dirceu da. (2011) *Modelos Integrativos do Comportamento do Consumidor: Uma revisão teórica*. REMark – Revista Brasileira de Marketing, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 03-23, set./dez.
- Lunardi, G. L.; FRIO, R. S.; BRUM, M. de M. *Tecnologia da Informação e Sustentabilidade: Um estudo sobre a disseminação das práticas de TI Verde nas organizações*. Trabalho apresentado no XXXV Encontro Nacional de Pós-graduação em Administração (EnANPAD). Rio de Janeiro/RJ – 4 a 7 de setembro, 2011.
- Lunardi, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. (2014) Desenvolvimento de uma escala para avaliar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas organizações. *Rev. Adm. (São Paulo)* vol. 49 n. 3, São Paulo, Jul./Set.
- Mingay, S. (2007) Green IT: the new industry shock wave. *Gartner Research*. Stamford/EUA.
- Mowen, J. C. (1988) Beyond consumer decision making, *Journal of Consumer Marketing*, 5(1), 15-25.
- Murugesan, S. H. (2008) Green IT: Principles and practices. *IT Professional*, v. 10, n. 1.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. e Berry, L. L. (1994) Reassessment of expectations as a comparison standard on measuring service quality: implications for further research, *Journal of Marketing*, Vol. 58 No. 1, January, pp. 111-24.
- Pereira, G. (2009) *Práticas da TI verde que contribuem para o desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em indústrias do RN*. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Pinto, T. M. C.; Savoine, M. M. (2011) Estudo Sobre TI Verde e sua aplicabilidade em Araguaína. *Revista Científica do Itpac*, v. 4, n. 2.
- Rigdon, E. E. (1998) Structural equation modeling. In *Modern methods for business research*, G. A. Marcoulides (editor). Mahwah, N J: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, pp. 251-294.
- Ringle, Cristhian M.; Silva, Dirceu da.; Bido, Diógenes. (2014) Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do SMARTPLS. *Revista Brasileira de Marketing – REMark. Edição Especial Vol. 13, n. 2, Maio*.

Salles, A., Alves, A. P. F., Dolci, D., e Lunardi, G.
(2013) Adoção de práticas de TI Verde nas
organizações: um estudo baseado em minicasos.
Anais do Encontro de Administração da
Informação (EnADI), Bento Gonçalves, RS,
Brasil, 4.

Tenenhaus, M; Vinzi, V. E; Chatelin, Y. M; Lauro,
C. (2005) A global goodness-of-fit index for

PLS structural equation modeling. Oral
communication to PLS Club, HEC School of
Management, France.

Veras, Manoel. Datacenter – Componente Central
da Infraestrutura de TI. Editora: Brasport, Ed 1ª,
2009.