

Análise da tecnologia da informação verde sobre a perspectiva da consciência socioambiental do indivíduo

Tiago Machado Castelli^I
André Andrade Longaray^{II}

Resumo: O presente artigo tem por objetivo analisar a influência de práticas de TI Verde associadas a compra, uso e pós-uso conscientes de equipamentos tecnológicos, sob a percepção do indivíduo, quanto à minimização dos impactos causados ao meio ambiente pela tecnologia. Para atingir esse objetivo, elaborou-se um instrumento de intervenção aplicado à usuários de TI, e com o auxílio da Modelagem de Equações Estruturais (MEE), estruturou-se um modelo indicando que práticas de aquisição de TI por “fabricantes verdes”, práticas focadas com a economicidade de uso tecnológico e práticas de descarte tecnológico correto tornam o indivíduo mais consciente com os impactos ambientais causados pela tecnologia. Como principal contribuição, este estudo traz uma escala de avaliação de ações sustentáveis referentes à Tecnologia da Informação em nível individual, cujos resultados podem despertar interesse na comunidade científica a desenvolver novos estudos sob a perspectiva adotada.

^I Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil.

^{II} Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação Verde; Impactos ambientais; Consciência socioambiental tecnológica; Práticas de TI Verde; Modelagem de Equações Estruturais (MEE).

São Paulo. Vol. 25, 2022

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190163r2vu2022L1AO>

1. Introdução

A preocupação com o meio ambiente que antigamente era pautada por motivos particulares, não se levando em conta o benefício coletivo e as gerações futuras, passou, a partir do ano de 1970, a contar com movimentos que tentavam proteger o meio ambiente, como convenções e conferências para tratar dos assuntos ambientais, divulgar e conscientizar os cidadãos no sentido da preservação (DU PISANI, 2006). Em meio aos debates ambientais, um tema recorrente era, e ainda é, o do desenvolvimento sustentável, cuja reflexão se dá pelo fato de que o desenvolvimento não pode ser estancado, contudo as necessidades do presente não podem comprometer as possibilidades das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades (WCED, 1987).

Com o progresso da sociedade, o crescimento que a tecnologia experimentou nesse período, além de propiciar benefícios, resultou também em danos ambientais (MURUGESAN, 2008), como a má utilização de recursos, o gasto excessivo de energia e o lixo eletrônico causado pelo descarte de aparelhos antigos e/ou considerados ultrapassados, fazendo com que os resíduos e a sucata tecnológica aumentassem (NANATH; PILLAI, 2014; SANTOS, 2020). Desde as primeiras edições do relatório “*The Global E-waste*”, a poluição gerada pelos aparelhos tecnológicos continua crescendo, ao contrário das práticas realizadas para amenizá-las, como por exemplo, no ano de 2019, apenas 17% das 53,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram encaminhadas ao processo correto de descarte (FORTI et al., 2020).

Na tentativa de controlar os problemas causados ao meio ambiente gerados pela Tecnologia da Informação (TI), surge a Tecnologia da Informação Verde (TI Verde), calcada na necessidade de preservação dos recursos naturais, de mitigar os danos ambientais, e também para conscientizar desde os criadores das novas tecnologias até usuários domésticos (PRZYCHODZEN et al., 2018). Devido à relevância da temática, o debate frente à reflexão da TI Verde ganhou destaque, Freitas et al. (2020) concluíram que não adotar práticas de TI Verde causa desperdício de recursos e de dinheiro. O estudo de Dias et al. (2017) destacou quais seriam os benefícios resultantes do uso de práticas de TI Verde, sendo desde a economia de energia e reutilização dos aparelhos prolongando sua vida útil, até a redução do consumo de insumos e a diminuição da poluição. No entanto, Santos et al. (2020) concluem que a preocupação com os impactos ambientais de atividades relacionadas à área de TI tem tendência de focar o aspecto financeiro, resultando na falta de consciência dos indivíduos quanto ao uso e descarte dos equipamentos que utilizam.

Construir uma forma de evoluir tecnologicamente, usufruindo dos benefícios que a tecnologia oferece, com consciência socioambiental, é o contexto básico em que se fundamentou este trabalho. Visto que em 2019, o “mundo digital” correspondia a 34 bilhões de aparelhos, com 4 bilhões de usuários, sendo o uso de aparelhos doméstico, e não só pelas organizações, como uma das principais fontes dos impactos causados ao meio ambiente (BORDAGE, 2019), é importante a realização de novos estudos que venham a agregar conhecimento ao tema, principalmente na perspectiva do usuário das tecnologias como figura central, buscando uma forma de conscientizá-los a uma maior harmonia entre os mesmos e o meio ambiente. Essa relevância por parte dos usuários, especificamente a

conscientização quanto a suas práticas, gera pressões às demais esferas da sociedade para adotarem medidas sustentáveis, fomentando uma cultura apta a mudanças (YOON, 2018). Ainda hoje, é observado uma falta de engajamento, uma dissociação dos reais benefícios da TI Verde e dúvidas quanto ao que são práticas de TI Verde (ROSA; SMEK, 2017).

No que tange à forma em que a sociedade se relaciona com os recursos oriundos da Tecnologia da Informação, as organizações nada mais são do que um escalonamento do perfil de compra, uso e descarte de cada usuário. Entretanto, nas organizações existem equipamentos mais diversificados e mais potentes, e que conseqüentemente causam impactos maiores ao meio ambiente, podendo-se inferir que um indivíduo ecologicamente consciente alia seus valores pessoais com os valores organizacionais, reforçando a ideia, o uso e a disseminação de práticas da TI Verde (MARTIN et al., 2020). Atentando-se às questões expostas acima, esse estudo teve como objetivo expandir o conhecimento sobre TI Verde trazendo à tona a relação do usuário com a Tecnologia da Informação Verde. Assim, o estudo teve a finalidade de analisar a influência de práticas de TI Verde associadas a compra, uso e pós-uso conscientes de equipamentos tecnológicos, sob a percepção do indivíduo, quanto à minimização dos impactos causados ao meio ambiente pela tecnologia.

2. Referencial Teórico

A TI Verde representa um conjunto de práticas que busca com eficiência e efetividade transformar a produção, o uso e o descarte da tecnologia em algo mínimo ou sem nenhum impacto negativo ao meio ambiente (MURUGESAN, 2008). A tecnologia em si vem sendo considerada como um fator destrutivo do meio ambiente, porém com a TI Verde, o que antes era visto como problemático, se torna solução, uma vez que essa nova forma de tecnologia procura atender tanto às necessidades do presente, como as necessidades futuras (LOOS et al., 2011), e o otimismo gerado com as revoluções tecnológicas podem garantir um cenário de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2014). No entanto, a capacidade de aliar o desenvolvimento com o bem estar socioambiental, depende de uma mudança de atitude em conjunto de governos, empresas e cidadãos, ou melhor, depende da criação de uma consciência socioambiental na sociedade (SANTOS; VALENÇA, 2011).

Neste caso, Koo et al. (2015) afirmam que o usuário das tecnologias, despertou uma consciência sobre suas ações no que tange à Tecnologia da Informação, demonstrando a importância de se compreender qual impacto essa perspectiva causa na sociedade. Sob o prisma do usuário de TI Verde, onde o conhecimento é recente, a literatura dá seus primeiros passos, visto que não há estudos que abordem especificamente o tema sob esse ponto de vista (ZWICKER; LÖBLER, 2018; DALVI-ESFAHANI et al., 2020). Contudo, pode-se dizer que é a partir da transformação do indivíduo, em alguém socioambientalmente consciente que o estudo das práticas nessa vertente começa a despertar interesse. O indivíduo torna-se consciente de que suas escolhas e ações quanto a seus aparelhos tecnológicos trarão determinado impacto sobre o meio ambiente (MAIA, 2014), possuindo um papel de destaque na criação e disseminação de práticas verdes.

Como a literatura na perspectiva da relação entre usuário de TI e TI Verde ainda

se encontra incipiente, inexistindo a difusão de práticas sob a visão dos usuários. A presente pesquisa adotou como práticas a serem analisadas, as relatadas nos guias de usuário, desenvolvidos pelas organizações produtoras de Tecnologias de Informação, como o Guia do Usuário Consciente de Produtos Eletrônicos, elaborado por Guimarães (2011), o qual classificam as práticas em compra consciente, uso consciente e pós-uso consciente. Corroborar-se a isso, a revisão de literatura de Ixmeier e Kranz (2020) que destacam que o estudo da TI Verde na visão do usuário até então, pode ser segmentado em pré-uso, em-uso/adoção e pós-uso de tecnologia.

Dessa forma, foi possível determinar quais “ações verdes” o indivíduo pode realizar no seu envolvimento com a tecnologia, sendo explicitada essa visão a seguir:

Na Compra Consciente as ações baseiam-se na perspectiva de uma nova aquisição de um equipamento. Assim, as práticas podem estar ligadas a pesquisas dos consumidores sobre os fabricantes, como por exemplo, na utilização de matéria-prima reciclada ou com baixo índice de degradação ao meio ambiente (KERN et al., 2011). Além de investigar a existência de programas de reciclagem que permitam a ocorrência de um ciclo de logística reversa para o descarte do produto após sua obsolescência. Também, na hora de adquirir um novo produto, deve-se levar em conta a real necessidade de adquiri-lo, pensando em potencializar o uso de equipamentos antigos (CAMPOS; OLIVEIRA, 2011).

No Uso Consciente, o consumo de energia é um fator relevante abordado pela TI verde. A partir da consciência de que se pode evitar o consumo desnecessário de energia, preocupa-se com a forma de utilizar algum aparelho tecnológico, como por exemplo, desligando-o após o uso e retirando os mesmos da tomada, e também nos cuidados na hora de imprimir documentos, seja realizando impressões somente quando realmente necessário, ou utilizando os dois lados da folha, além do uso de papéis reciclados para realizar tal ação (PINTO; SAVOINE, 2011). O indivíduo, por fim, deve refletir na escolha por utilizar produtos que consomem menos energia, verificando sempre a disponibilidade de produtos multifuncionais ou versões customizáveis às suas necessidades (KERN et al., 2011).

Por fim, o Pós-uso Consciente, que mesmo existindo leis sobre a logística reversa, grande parte das indústrias ainda não faz o descarte correto de seus materiais, por motivos associados à falta de informação ou descaso. Sendo assim, cabe ao consumidor ter uma preocupação quanto ao descarte do seu lixo eletrônico, evitando a troca desnecessária de equipamentos, tentando realizar trocas com outros consumidores e buscando pontos de coleta especializados, dando preferência aos pontos de reciclagem de produtos eletrônicos (PINTO; SAVOINE, 2011).

Os danos ambientais causados pela compra, uso e pós-uso de equipamentos tecnológicos por usuários de TI são causados pelas ações dos mesmos, provocando para hoje e para o futuro, uma reflexão na maioria da sociedade, deixando claro para Salles et al. (2016) que ao se falar de TI Verde, o desafio não é apenas tecnológico. Ao desenvolver uma consciência socioambiental quanto às práticas verdes, isso gera não apenas benefícios pessoais, mas sim para toda a sociedade, impactando-a em diferentes níveis (AMÉRIGO et al., 2017), até mesmo na disseminação de comportamentos favoráveis quanto ao meio ambiente (ALMEIDA et al., 2017), podendo auxiliar na análise dos danos causados no

meio ambiente pela tecnologia.

3. Metodologia

O trabalho possui o propósito de pesquisa-diagnóstico (ROESCH, 2013) sendo adotado como método a pesquisa *survey* em uma abordagem quantitativa. O instrumento de intervenção elaborado foi empregado na forma de um questionário composto por 26 questões fechadas operacionalizadas em uma escala tipo *Likert* de 5 pontos. A escala *Likert* é amplamente difundida nos estudos de abordagem *survey* (MISHRA et al., 2014), sendo uma escala de 5 pontos comumente preferível por apresentar uma confiabilidade maior com uma boa gama de opções, permitindo uma resposta sem dificuldade e não entediando o respondente (LISSITZ; GREEN, 1975).

As questões do instrumento foram segmentadas destacando situações ligadas ao comportamento do indivíduo quanto a suas práticas de aquisição, uso e pós-uso de produtos tecnológicos, além de questionamentos desenvolvidos de forma que houvesse uma reflexão sobre as práticas de TI verde e uma possível redução do impacto gerado ao meio ambiente. Cabe salientar que as questões tiveram como base o questionário elaborado por Lunardi et al. (2014). No entanto, esse questionário mencionado possuía como foco práticas de organizações, assim, adaptou-se as questões, criando-se novas questões também, para que as variáveis possuíssem como foco o usuário. Para isso, os autores do presente estudo calcaram o questionário na teoria abordada, principalmente nos trabalhos de Guimarães (2008), Pollack (2008), Loss et al. (2011) e Pinto e Savoine (2011).

Assim, para a obtenção dos resultados do presente estudo, o instrumento, elaborado em formato digital, foi aplicado a participantes de redes sociais, através da ferramenta *Google Drive*, primeiramente na forma de pré-teste. Assim, durante o período de cerca de um mês, 30 usuários de redes sociais foram selecionados de forma conveniente para responder o questionário desenvolvido. Após a análise de viabilidade sobre adaptações resultantes das respostas obtidas, procedeu-se a coleta de dados da pesquisa, por intermédio, novamente, da ferramenta de formulário do *Google Drive*. A coleta deu-se através de um corte transversal (*cross-section*), com o formulário estando disponível para preenchimento no período compreendido entre 22/02/2016 e 17/05/2016, formada por uma amostra não-probabilística, visto que o *link* correspondente ao instrumento de pesquisa foi divulgado em redes sociais, predominantemente o *Facebook*, uma vez que qualquer indivíduo participando de uma rede social estava apto a participar da pesquisa.

Os dados coletados caracterizaram-se como de natureza primária, formando uma amostra de 265 respondentes. No entanto, realizou-se o procedimento de purificação de dados para verificação de dados atípicos (*outliers*), com isso, 12 indivíduos foram excluídos devido ao mau preenchimento do questionário. Como medidas para minimizar a ocorrência de vieses devido ao método comum (*Common Method Bias*), foram seguidas algumas recomendações de Podsakoff et al (2003). Portanto, foi garantido anonimato aos respondentes, aliadas a uma apresentação de instruções claras na forma de responder aos questionamentos, inclusive com explicitação do conceito de TI Verde, além de distribuir as questões separando questões de variáveis dependentes da independente. E, por fim,

foi realizado o teste do fator único de Harmon, cujo resultado indicou mais de um fator obtido por meio do teste explicando a maioria da variância (50% ou mais), implicando que o estudo não possui viés do método comum.

Portanto, após os procedimentos de purificação de dados, tem-se como amostra final do estudo um total de 253 respondentes, formando uma amostragem adequada, na qual consta pelo menos 10 participantes por variável pesquisada (FIELD, 2020). A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra.

Tabela 1 – Caracterização da amostra.

Característica	Total em números	Porcentagem
Faixa etária		
Até 18 anos	8	3%
19 a 24 anos	80	32%
25 a 29 anos	55	22%
30 a 35 anos	51	20%
+ 36 anos	59	23%
Sexo		
Feminino	134	53%
Masculino	119	47%
Escolaridade		
Ensino fundamental	0	0%
Ensino médio	37	15%
Ensino superior	128	50%
Pós-graduação	88	35%
Total	253	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os procedimentos de análise foram predominantemente quantitativos. Partindo do pressuposto de que na literatura ainda não exista um conjunto de práticas de TI Verde sob o prisma do usuário, utilizou-se a análise fatorial exploratória a fim de investigar as ações realizadas pelos respondentes que formariam práticas de TI Verde. Essa análise foi desenvolvida com o emprego do *software* SPSS versão v.20, o que permitiu, também, utilizar técnicas de estatística descritiva, verificando-se a estatística básica dos dados. Na sequência, utilizou-se o *software* SmartPLS 3.0 para a realização da Modelagem de Equações Estruturais (MEE), que pode ser considerada como uma extensão de técnicas multivariadas, caracterizada por ser direcionada pela teoria (SCHREIBER et al., 2006), podendo comprovar relações teóricas existentes entre as práticas de TI Verde realizadas pelos indivíduos e as consequências geradas ao meio ambiente pela aquisição, uso e pós-uso de equipamentos tecnológicos.

4. Resultados

Em um primeiro momento, a análise dos dados foi desenvolvida para a exploração e validação das práticas de TI Verde realizadas pelos usuários respondentes da pesquisa. Após a etapa de validação, realizou-se a análise da influência que tais práticas exercem

em termos de impactos ambientais causados.

4.1 Práticas de TI verde sob o prisma dos usuários

Os procedimentos da análise fatorial adotados constituíram-se da extração de fatores a partir do método de componentes principais, por ser uma pesquisa com uma perspectiva pouco explorada, permitindo que as primeiras poucas dimensões obtidas expliquem a maior quantidade possível de informações a se obter (LATTIN et al., 2003), além da técnica de rotação *varimax* seguido de uma confirmação com a rotação *oblimin*. Em ambas análises, primeiramente com a rotação *varimax*, e seguidamente com a rotação *oblimin*, as variáveis agruparam-se da mesma forma, não apresentando diferenças nos valores e possuindo o mesmo número de fatores obtidos, sendo assim, deu-se sequência na análise dos dados a partir dos dados obtidos pela rotação *varimax*, por ser uma abordagem abrangente e simplificada na interpretação dos resultados, além de ser o modelo de rotação comumente adotado nas pesquisas de Tecnologia da Informação (LUNARDI et al, 2014).

Os construtos obtidos na análise fatorial foram conceituados e caracterizados de forma em que se discutiram detalhes das práticas, além de apresentar as questões do instrumento de intervenção que formam o fator, ressaltando que os respondentes escolheram em uma escala *Likert* de 5 pontos as respostas que variavam de (1) para a não realização da prática verde a (5) para a prática verde realizada sempre. Apresentam-se os construtos obtidos:

Aquisição tecnológica por “fabricante verde”: o fator engloba as questões referentes à aquisição de equipamentos tecnológicos, no caso as práticas de compra consciente. Detalha-se, porém, que os respondentes neste fator analisam o comportamento dos fornecedores dos equipamentos que desejam comprar. Composto pelas questões: se o fabricante do equipamento se utiliza de ações voltadas ao uso racional dos recursos naturais durante a produção de bens; se o fabricante possui ou orienta sobre o sistema de coleta do produto adquirido após o término do tempo de vida útil do mesmo (descarte programado) e; se o fabricante incentiva a reciclagem de produtos computacionais (papel, cartuchos, computadores).

Impressão consciente: práticas relacionadas ao uso consciente, sendo que este construto representa uma importante prática do indivíduo, a impressão. Compõe a preocupação com a utilização de impressoras, a real necessidade de imprimir algo e, caso necessário, a tentativa de otimizar o processo de forma a usar recursos sustentáveis. Composto pelas questões: imprimir em preto e branco quando a impressão do arquivo se faz necessária; fazer uso da impressora em modo econômico, quando a impressão do arquivo se faz necessária e; usar o papel frente e verso quando a impressão do arquivo se faz necessária.

Economicidade de uso tecnológico: práticas relacionadas ao uso consciente, sendo a análise desse fator retratada na forma em que os usuários demonstram preocupação com o uso econômico de seus equipamentos tecnológicos, no que tange à utilização de computadores. Composto pelas questões: utilizar o computador em modo econômico de consumo de energia (modo *sleep* ou *stand by*); observar as orientações do fabricante para prolongar a vida útil da bateria do computador portátil (*notebook* ou *netbook* ou *tablet*)

e; utilizar o monitor em modo econômico de consumo de energia (redução do contraste da tela).

Descarte tecnológico correto: relacionado ao pós-uso consciente, pode ser observado neste construto a preocupação com as práticas corretas de descarte dos equipamentos tecnológicos, tanto no que se refere ao prolongamento da vida útil por meio de doações e o descarte realizado de forma com que se aproveite o material do equipamento, ou que não irá denegrir o meio ambiente. Composto pelas questões: prolongar a vida útil dos componentes do equipamento, realizando a doação do mesmo, para que suas peças sejam usadas para consertar outros aparelhos; descartar corretamente os equipamentos e seus insumos e; entregar o equipamento ao órgão autorizado para a coleta de resíduos recicláveis de sua cidade.

Obtidos os fatores, realizou-se uma análise fatorial unidimensional (por bloco) para validação dos dados obtidos, confirmando os construtos de forma congruente com as adaptações da literatura mediante práticas de compra, uso e pós-uso consciente. Cabe salientar que além desses quatro fatores, um outro fator foi encontrado referente a reflexão sobre as práticas de TI Verde permitindo que no final da análise fosse possível verificar a influência que tais práticas exercem em termos de impactos ambientais causados. Este último fator foi denominado de Minimização do impacto ambiental causado pela TI, possuindo papel de variável dependente no Modelo de Equações Estruturais desenvolvido ao final da análise.

No que tange novamente à validação da análise fatorial exploratória, comprovou-se que a amostra possui um grau de adequação aceitável ao teste fatorial, conforme o KMO obtido de 0,773, indicando um alto grau de correlações das variáveis do modelo aplicado. Outro aspecto a ser destacado mediante a análise efetuada foi a exclusão de questões que destoaram na análise, devido ao impacto negativo das mesmas à confiabilidade, cargas fatoriais e comunalidade. Das 26 questões do instrumento, 10 foram excluídas permitindo a obtenção de fatores confiáveis e relevantes.

Dando prosseguimento à validação da análise, verificou-se a validade convergente e discriminante dos fatores obtidos. Para tanto, primeiramente, cruzando as cargas fatoriais (*crossloadings*) entre todas as questões do instrumento, observou-se o fato de que as cargas fatoriais dos itens se encontravam mais altas em seus respectivos construtos. A validade discriminante ainda foi complementada pela análise do alfa de Cronbach e confiabilidade composta, indicando a confiabilidade dos itens, e na inserção da análise da validade convergente mediante as Variâncias Médias Extraídas (*Average Variance Extracted*– AVEs) sob o critério de Fornell e Larcker (1981) que indica que as questões pertencentes a cada construto devem explicá-lo pelo menos em 50%. A Tabela 2 demonstra ambas as validades, cujos índices estão de acordo com o sugerido pela literatura.

Tabela 2 - Avaliação dos construtos: validade convergente e discriminante

Construto	a	CR	AVE	Aquis - Tec	Impact - Amb	Desc - Tec	Econ - Tec	Imp - Consc
Aquis_Tec	,87	,92	,80	,89				
Impact_Amb	,71	,82	,53	,42	,73			
Desc_Tec	,71	,84	,63	,36	,33	,79		
Econ_Tec	,75	,86	,67	,40	,46	,25	,82	
Imp_Consc	,64	,81	,58	,20	,22	,24	,40	,76

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas:

a = Alfa de Cronbach

CR = Confiabilidade composta

AVE = Variância média extraída

Aquis-Tec = Aquisição tecnológico por “fabricante verde”

Impact-Amb = Minimização do impacto ambiental

Desc-Tec = Descarte tecnológico correto

Econ-Tec = Economicidade de uso tecnológico

Imp-Consc = Impressão consciente

Finalizando a validação dos dados, verificou-se a existência de multicolinearidade ou colinearidade entre as variáveis analisadas. Para Hair Jr. et al. (2009), isso pode ser realizado através do cálculo dos fatores de inflação de variância (VIF) entre cada questão do questionário. Valores acima de 5 indicam a presença de colinearidade, já valores acima de 10 apontam ocorrência de multicolinearidade. Para as variáveis do presente estudo, comprovou-se que não há presença de nenhum dos casos, devido aos valores de VIF encontrados estarem entre 1,176 e 2,874.

Apresentados, conceituados e validados os fatores obtidos correspondentes às práticas verdes dos usuários de TI, decorreu-se a análise descritiva dos mesmos, indicando quais os aspectos mais considerados pelos respondentes. A Tabela 3 destaca a média aritmética e o desvio-padrão de cada fator e os itens correspondentes a eles, ressaltando que a estatística descritiva do construto Minimização do impacto ambiental causado pela TI encontra-se na parte final da apresentação dos resultados.

Tabela 3 - Análise descritiva dos fatores e itens

Item	Média	Desvio-padrão
Impressão consciente	4,35	0,70
imprimir em preto e branco quando a impressão do arquivo se faz necessária.	4,61	0,67
fazer uso da impressora em modo econômico, quando a impressão do arquivo se faz necessária.	4,28	1,01

usar o papel frente e verso quando a impressão do arquivo se faz necessária.	4,17	1,05
Economicidade de uso tecnológico	3,51	1,07
utilizar o computador em modo econômico de consumo de energia (modo sleep ou stand by).	3,59	1,31
observar as orientações do fabricante para prolongar a vida útil da bateria do computador portátil (notebook ou netbook ou tablet)	3,52	1,30
utilizar o monitor em modo econômico de consumo de energia (redução do contraste da tela).	3,42	1,32
Descarte tecnológico correto	3,22	1,11
prolongar a vida útil dos componentes do equipamento, realizando a doação do mesmo, para que suas peças sejam usadas para consertar outros equipamentos de TI.	3,54	1,32
descartar corretamente os equipamentos tecnológicos e seus insumos.	3,42	1,40
entregar o equipamento ao órgão autorizado para a coleta de resíduos recicláveis de sua cidade.	2,70	1,45
Aquisição tecnológica por “fabricante verde”	2,40	1,06
se o fabricante incentiva a reciclagem de produtos computacionais (papel, cartuchos, computadores).	2,47	1,24
se o fabricante do equipamento se utiliza de ações voltadas ao uso racional dos recursos naturais durante a produção de bens.	2,39	1,12
se o fabricante possui ou orienta sobre o sistema de coleta do produto adquirido após o término do tempo de vida útil do mesmo (descarte programado).	2,36	1,22

Fonte: Dados da pesquisa.

Interpretando os resultados obtidos pela análise descritiva, verificou-se que o indivíduo leva em consideração, com uma diferença relevante, as ações sustentáveis relacionadas à impressão (4,35). A prática mais disseminada é a realização de impressões com tinta preta e branca (4,61), embora todas as práticas referentes ao construto apresentam média superior a 4,10. Comparando os resultados com a literatura da área, baseados nos dados analisados de entrevistas e questionários aplicados nos trabalhos de Pinochet et al. (2015), Salles et al. (2016) e Matsuda e Pinochet (2017), certifica-se se que as práticas de impressão, principalmente a impressão dos dois lados da folha, estão bem difundidas tanto no âmbito profissional e educacional, como no dia-a-dia dos usuários.

Ao se analisar a economicidade do uso tecnológico e o descarte tecnológico correto, observou-se certa similaridade quanto à realização das práticas pelos usuários, com exceção feita à prática referente à entrega dos equipamentos ao órgão especializado para coletas de resíduos, com uma média de 2,70, indicando que o indivíduo pouco utiliza esta prática ou que as cidades não divulgam ou não possuem estes sistemas de coleta.

Por fim, a análise feita pelo indivíduo na hora de adquirir novos equipamentos tecnológicos quanto ao comportamento dos fabricantes desses produtos, apresentou-se como a prática menos realizada entre os respondentes (2,40). Os respondentes demonstraram não estarem preocupados com a “origem” do produto a ser adquirido, interferindo pouco na sua decisão de compra, não interessando saber se o fabricante utiliza recursos sustentáveis, incentiva a reciclagem dos produtos e/ou até mesmo possui um sistema de coleta desses equipamentos quando não mais em uso. Santos et al. (2020) também encontraram uma oportunidade nesse quesito, constatando que são práticas nem sempre adotadas pelos praticantes.

4.2 Impacto ambiental proporcionado pela TI

No intuito de compreender a percepção do indivíduo quanto ao impacto ambiental causado pela tecnologia da informação, analisando formas em que o dano ao meio ambiente seja reduzido, obteve-se o construto Minimização do impacto ambiental causado pela TI, cuja definição segue:

Minimização do impacto ambiental causado pela TI: o fator aborda a reflexão do indivíduo quanto às suas atitudes seja na compra, uso ou descarte de equipamentos tecnológicos levando em consideração as consequências geradas ao meio ambiente. Sentimentos de responsabilidade e equidade para com gerações futuras no melhor aproveitamento de aparelhos, em um consumo otimizado dos mesmos, além de entender benefícios não só monetários na preocupação da diminuição de danos ambientais. Composto pelas questões: as minhas ações referentes ao consumo de TI beneficiarão as gerações futuras; estou gerando menos resíduos tecnológicos do que costumava gerar; estou consumindo menos energia elétrica do que costumava consumir e; estou gastando mais por produtos que degradem menos o meio ambiente.

Por meio da análise descritiva (Tabela 4), analisaram-se quais as reflexões mais pertinentes ao usuário quanto às suas atitudes em relação à tecnologia.

Tabela 4 - Análise descritiva: Minimização do Impacto Ambiental causado pela TI

Item	Média	Desvio-padrão
Minimização do Impacto Ambiental causado pela TI	3,55	0,84
as minhas ações referentes ao consumo de TI beneficiarão as gerações futuras.	3,74	1,05
estou gerando menos resíduos tecnológicos do que costumava gerar.	3,61	1,19
estou consumindo menos energia elétrica do que costumava consumir.	3,59	1,20
estou gastando mais por produtos que degradem menos o meio ambiente.	3,28	1,14

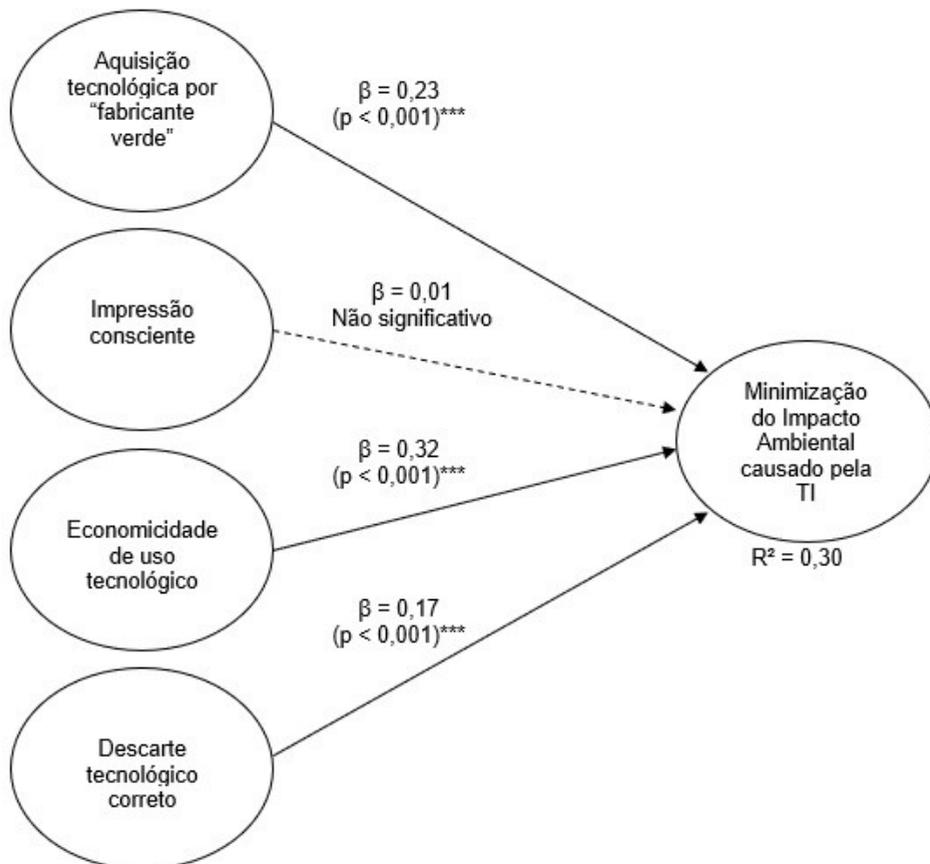
Fonte: Dados da pesquisa.

Verificou-se que os questionamentos apresentados possuem uma média superior a 3,0, indicando preocupação dos usuários quanto ao impacto de suas ações ao meio ambiente e bem-estar social. Isso se reflete ao observar a noção positiva de como o indivíduo avalia suas ações referentes ao consumo de tecnologia e suas consequências às gerações futuras (3,74). Outros aspectos de destaque constam na redução de produção de resíduos tecnológicos (3,61) e consumo de energia elétrica (3,59), ambos com médias similares. Analisando-se o aspecto econômico abordado em parte das questões, reparou-se que o mesmo ainda influencia as ações dos usuários, pois na mesma medida em que o usuário realiza as práticas benéficas ao meio ambiente, também acaba economizando financeiramente, o que alinha com os princípios do desenvolvimento sustentável. Porém, na medida em que o indivíduo tende a gastar mais para ser “verde”, percebeu-se que ainda existe uma margem para que essa prática se torne mais difundida, visto que sua reflexão sobre gastar mais por produtos que degradem menos o meio ambiente, apresentou a menor média (3,28).

Por fim, pôde-se prosseguir à análise, através da Modelagem de Equações Estruturais investigando a influência das práticas identificadas no presente estudo e sua relação com a minimização do impacto ambiental proporcionado pela TI. Para isso, através do uso da ferramenta de *Bootstrapping* (reamostragem) foi possível estimar a significância estatística dos parâmetros e relações observadas. Nesse procedimento, foram realizadas simulações com o conjunto de dados analisados para obter resultados do teste t de *Student*, medindo assim, a significância das relações. Também foi utilizada a ferramenta de *Blindfolding* para a análise de indicadores que medem a qualidade do modelo estrutural gerado.

No caso dos dados da pesquisa, no procedimento de *Bootstrapping*, foi determinado realizar 500 reamostragens com intervalo de confiança estipulado em 5% ($p < 0,05$), 1% ($p < 0,01$) e 0,1% ($p < 0,000$), desse modo, os resultados do teste deveriam ser superiores a 1,96, 2,58 e 3,29, para indicar significância entre as relações observadas (HAIR JR. et al., 2009). Demonstra-se na Figura 1, o modelo estrutural, indicando os coeficientes de caminho (*path coefficients*) dos construtos. O modelo é formativo devido à natureza do construto em estudo, pois, a variação em uma das práticas verdes analisadas causa uma variância no impacto gerado, assim como uma prática não depende da outra para ser realizada, características do modelo formativo (PODSAKOFF et al., 2003; DIAMANTOPOULOS, 2011).

Figura 1 - Modelo estrutural da consciência socioambiental tecnológica sob o prisma dos usuários de TI



Fonte: Elaborado pelos autores.

*p < 0,05; *p < 0,01; ***p < 0,001

Interpretando os resultados obtidos no modelo, apenas o construto "Impressão consciente" não possui significância estatística (p < 0,39), indicando assim que as práticas envolvendo o uso de impressoras não são percebidas como práticas que reduzem o dano causado ao meio ambiente, embora sejam as práticas mais realizadas entre os respondentes, o que ressalta a necessidade de maior compreensão do indivíduo que impressão nos dois lados da folha salvam uma quantidade considerável de papel, e que não é apenas o consumo de energia elétrica que é prejudicial durante o uso da impressora, a tinta, toner e cartuchos usados para as impressões, sejam coloridas ou preto e branco, são consumíveis cuja produção e descarte podem ser prejudiciais, se não forem feitas de forma correta (LETLONKANE; MAVETERA, 2014). Sustain e Reisch (2014) comentam que as práticas de imprimir frente e verso, por exemplo, já são realizadas pelas pessoas de forma indiferente, isto é, ao longo dos anos já foram tão difundidas nas empresas ou em

casa que elas agem sem refletir na minimização dos danos ao meio ambiente. E, quando há uma reflexão, a decisão se dá por motivos econômicos. Pode-se abstrair disso, para buscar compreender porque o construto não foi significativo, mesmo sendo as práticas mais realizadas entre os respondentes.

As demais práticas tornam o indivíduo mais consciente no que tange ao seu envolvimento com a TI, assim, a economicidade de uso tecnológico que se encontra ligada a ações do cotidiano, nas preocupações contínuas com a utilização de equipamentos tecnológicos, exerce intensa influência ($\beta = 0,32$) quanto à minimização do impacto proporcionado pela TI ao meio ambiente, destacando-se como o seu principal preditor. O impacto negativo causado ao meio ambiente pelo consumo insustentável de energia aliado a emissões de gases poluentes foi considerado como uma das primeiras necessidades das quais a TI Verde correspondia a atendê-las, consideradas um problema pertinente do passado, presente e futuro (KUMAR; KAUR, 2015), o que gerou interesse na eficiência energética dos aparelhos tecnológicos (BEKAROO et al., 2012), além de que práticas de desligar monitores, computadores ou *notebooks* e televisores quando não estão em uso, ou colocá-los em *stand by*, ou até mesmo desligá-los e retirá-los da tomada podem reduzir consideravelmente tanto o gasto de energia, e conseqüentemente o gasto financeiro com a conta de luz, como reduzir a emissão de gases, a exemplo o CO₂, que decorrem da utilização dos aparelhos (DURHAM et al., 2019).

Possuindo também uma influência positiva ($\beta = 0,23$), a aquisição tecnológica por fabricante verde, mediante as práticas descritas, é o elo mais próximo da consciência socioambiental tecnológica do indivíduo, com as responsabilidades assumidas pelas organizações, visto que o usuário além de estar consciente de suas ações, analisa como as empresas atuam para melhorar o bem-estar social, principalmente na diminuição do impacto negativo gerado ao meio ambiente causado pela produção, venda e descarte de produtos tecnológicos. Para Molla (2008), ao considerar fabricantes, sob o aspecto da TI Verde, um ponto abordado também é a cadeia de suprimentos verde, cuja importância é crucial à redução do impacto ambiental pelas empresas (CHIN et al., 2015). Mesmo que o indivíduo, no papel de consumidor, exija maiores ações sustentáveis pelas empresas (HOJ-NIK et al., 2019), por vezes, o mesmo, não consegue compreender o fabricante e a cadeia de suprimentos como um todo, ou estes não sejam transparentes a ponto do consumidor perceber as atividades sustentáveis realizadas pelos fabricantes (ESPER; PEINKOFER, 2017), sendo assim, tornou-se comum, fabricantes que utilizam o selo Verde para certificar a qualidade “green” de seus processos e produtos ou serviços (PINOCHET et al., 2015).

Já as práticas de descarte tecnológico correto apresentaram uma influência positiva ($\beta = 0,17$) de menor tamanho que as demais, aferindo que existe preocupação com o destino do lixo eletrônico produzido. Seja por doação de peças ou do equipamento em si, ou pelo descarte correto destes seguindo as orientações disponibilizadas ou destinando aos órgãos responsáveis, o indivíduo busca formas de minimizar o impacto gerado ao meio ambiente pelo descarte incorreto dos aparelhos tecnológicos. Considerando que menos de 1/4 do lixo eletrônico é reciclado corretamente no mundo (FORTI et al., 2020), e apresentando a menor influência na redução do impacto ambiental no modelo

elaborado, ressalta-se a contínua necessidade de maior educação sobre as consequências de descartar equipamentos em lixo comum (AHMED; NORDIN, 2014), adotando uma filosofia “3R”, reduzir, reusar e reciclar (DEBNATH et al., 2016) ao lidar com a tecnologia que cerca o indivíduo.

Dando foco à magnitude da relação entre as práticas de TI Verde sob a visão do indivíduo e a minimização do seu impacto no meio ambiente, analisou-se o coeficiente de determinação (R^2), destacando que acima de valores de 0,26 considera-se uma relação forte (COHEN, 1988). O coeficiente encontrado de $R^2 = 0,30$ indica que as práticas analisadas possuem uma forte influência quanto à diminuição de impactos ambientais causados pela tecnologia, ressaltando a importância da aquisição, do uso e do descarte consciente de equipamentos tecnológicos para com a responsabilidade do consumo de recursos naturais, pensando nas consequências para a geração futura, responsabilidade na quantidade de lixo eletrônico que o indivíduo produz, comprando aparelhos novos e substituindo aparelhos antigos, responsabilidade na redução de emissão de gases poluentes, e na consciência socioambiental pela preferência por produtos tecnológicos que degradem menos o meio ambiente, mesmo que seja pagando mais caro, financeiramente, por isso, ajudando a transformar o mundo em um mundo melhor.

Encontram-se em outros estudos sobre a TI Verde, congruência com os resultados obtidos no modelo desenvolvido, como visto na investigação de Ali et al. (2019) que perceberam que o usuário consciente dos problemas que envolvem o consumo exacerbado de energia e a possibilidade de o aparelho virar sucata tecnológica, pratica ações sustentáveis para evitar ou diminuir o impacto causado por essas práticas. O uso sustentável, inclusive, deve tornar o usuário mais consciente e suscetível a adotar as outras práticas (ZWICKER; LÖBLER, 2018), mas, mesmo que o uso consciente propicie isso, na análise de impacto ambiental, o descarte correto do lixo eletrônico é o que geralmente ganha mais visibilidade, sendo o mais utilizado e possível de perceber benefícios concretos ao meio ambiente (QUEIRÓS et al., 2020). Concluindo, Kim (2012) disserta que os usuários ao descobrirem que os fabricantes tecnológicos adotam design “verde” em seus produtos, divulgam e conscientizam consumidores quanto ao descarte correto dos equipamentos, oferecem uma coleta devida aos mesmos, acabam minimizando os impactos causados ao meio ambiente.

Ressalta-se, também, a partir do que foi pesquisado no presente estudo, a relevância dos aspectos econômicos identificados nas práticas investigadas, visto que pôde-se observar mediante as análises realizadas que aliando economia financeira ao cuidado com o meio ambiente, o usuário mostra-se mais consciente em suas ações. Sobre este último ponto, adverte-se a ocorrência de potenciais problemas de endogeneidade por variáveis omitidas do modelo desenvolvido, principalmente pelo fato de que a questão financeira pesar muito nas decisões de aquisição, uso e pós-uso de equipamentos tecnológicos, cabe, portanto, então apresentar este aspecto como uma limitação do estudo, e sugestão a futuras pesquisas sobre o tema.

Por fim, verificou-se a qualidade do modelo, primeiramente analisando o coeficiente de validade preditiva (Q^2), que devido à função do mesmo, confirma o pressuposto que o

modelo retrata o que se esperava, visto que o índice encontrado foi de 0,31. Já na análise do tamanho de efeito (r^2), observou-se a utilidade de cada prática ao modelo, sendo que apenas a economicidade de uso tecnológico demonstra um efeito médio na construção do modelo (0,156), as demais práticas apresentam um efeito pequeno (COHEN, 1988).

5. Conclusões

A partir desse estudo foi possível analisar quais práticas de TI Verde os usuários de redes sociais conhecem e aplicam, e a influência dessas na minimização do impacto ao meio ambiente. A premissa foi que essas práticas fazem com que o indivíduo se conscientize e se alinhe a um modelo de desenvolvimento sustentável que busca causar menor impacto ao meio ambiente. A análise do estudo foi baseada em pontos-chave, que foram as práticas de: aquisição tecnológica por “fabricante verde”; impressão consciente; economicidade de uso tecnológico; e descarte tecnológico correto.

O emprego da técnica de análise fatorial e a adoção de um modelo estrutural foi responsável tanto pela determinação e classificação das práticas analisadas na pesquisa, como pela validação do instrumento de intervenção elaborado. Desse modo, apresentam-se contribuições iniciais para a construção de futuros modelos de mensuração associada à medição do comportamento do indivíduo quanto à TI Verde, dado que o modelo elaborado apresenta práticas que correspondem a ações do cotidiano de cada indivíduo, em relação à tecnologia que o cerca, indicando uma forte influência das práticas estudadas quanto à minimização de impactos ambientais causados pela tecnologia.

Como indicação para futuros estudos com esse mesmo enfoque, sugere-se agregar novos construtos ao modelo, inserindo novas práticas que não foram compreendidas no modelo atual, além de adotar outras variáveis, como por exemplo, ampliar o conhecimento sobre o efeito que a questão econômica afeta às práticas realizadas pelos usuários. Pode-se também, a partir da escala desenvolvida no estudo, realizar análise de clusters identificando correlações entre os usuários e suas características, com as práticas que os mesmos realizam.

Com as preocupações cada vez maiores em relação às questões ambientais, esse estudo busca explorar um assunto relativamente novo, o qual tem sido trabalhado principalmente em âmbito empresarial e não diretamente com o indivíduo. A contribuição do estudo foi remeter uma lacuna de pesquisa da literatura, na qual não são desenvolvidas escalas que avaliem o comportamento do usuário de tecnologia, em nível individual (ZWI-CKER; LÖBLER, 2018). Com os resultados apresentados, foi possível buscar um maior entendimento de quanto o indivíduo está atento às práticas da TI verde (quais são as mais utilizadas e quais fatores que julga mais importantes nestas práticas) e quanto o indivíduo está consciente de que suas ações, envolvendo a tecnologia, impacta na esfera ambiental, refletindo principalmente na minimização dos danos causados ao meio ambiente.

As práticas de TI Verde devem ser disseminadas em qualquer aspecto da sociedade, e o interesse nesse tema, na perspectiva do indivíduo, merece atenção pela comunidade científica. Os resultados da pesquisa demonstram que os usuários de Tecnologia da Infor-

mação estão mais atentos na hora de adquirir, usar e descartar seus produtos tecnológicos. Assim, a partir do modelo desenvolvido espera-se que os resultados analisados sejam úteis para pesquisadores, despertando interesse em desenvolver estudos sobre esse enfoque, e também organizações interessadas em contribuir com o desenvolvimento sustentável, pois o estudo também traz oportunidades às organizações para que se introduza às rotinas empresariais, atividades que os funcionários praticam e saibam as consequências geradas ao meio ambiente, colaborando com a perspectiva de que a responsabilidade sustentável corporativa está atrelada ao que cada indivíduo faz, partindo das ações de indivíduos, a minimização do dano ambiental que as empresas causam.

Esta pesquisa teve como limitações o fato de ter sido aplicado de forma conveniente, utilizando-se da ferramenta *Google Drive* para disseminação dos questionários nas redes sociais, que apesar de serem difundidas mundialmente, limitou-se a respondentes em sua grande maioria da região sul do Brasil, devido às redes de relacionamentos dos pesquisadores e respondentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado Demanda Social durante o período de execução do trabalho da pesquisa.

Referências

- AHMAD, T. B. T.; NORDIN, M. S. University Students' Subjective Knowledge of Green Computing and Pro-Environmental Behavior. **International Education Studies**, v. 7, n. 2, p. 64-74, 2014.
- ALI, S.; DANISH, M.; KHUWAJA, F. M.; SAJJAD, M. S.; ZAHID, H. The intention to adopt green IT products in Pakistan: driven by the modified theory of consumption values. **Environments**, v. 6, n. 53, p. 1-19, 2019.
- ALMEIDA, R.; SCATENA, L. M.; LUZ, M. S. Percepção ambiental e políticas públicas - dicotomia e desafios no desenvolvimento da cultura de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 43-64, 2017.
- AMÉRIGO, M.; GARCIA, J. A.; CORTES, P. L. Análise das atitudes e comportamentos pró-ambientais: um estudo exploratório com uma amostra de estudantes universitários brasileiros. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 1-20, 2017.
- ANDY, F. **Descobrendo a estatística usando SPSS**. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BEKAROO, G.; BOKHOREE, C.; PATTINSON, C. Towards Green IT Organisations: A Framework for Energy Consumption and Reduction. **International Journal of Technology, Knowl-**

edge & Society, v. 8, n. 3, p. 23-36, 2012.

BORDAGE, F. The environmental footprint of the digital World. GreenIT: France, 2019.

CAMPOS, L. F. L.; OLIVEIRA, M. Gestão do resíduo tecnológico gerado pela tecnologia da informação. **Revista Eletrônica FMS**, Juiz de Fora, v. 4, p. 1-13, 2011.

CHIN, T. A.; TAT, H. H.; SULAIMAN, Z. Green supply chain management, environmental collaboration and sustainability performance. **Procedia Cirp**, v. 26, p. 695-699, 2015.

COHEN, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2a ed. Nova York: Psychology Press, 1988.

DALVI-ESFAHANI, M.; ALAEDINI, Z.; NILASHI, M.; SAMAD, S.; ASADI, S.; MOHAMMADI, M. Students' green information technology behavior: Beliefs and personality traits. **Journal of Cleaner Production**, v. 257, p. 1-21, 2020.

DEBNATH, B.; ROYCHOUDHURI, R.; GHOSH, S. K. E-waste management—a potential route to green computing. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35, p. 669-675, 2016.

DIAMANTOPOULOS, A. Incorporating formative measures into covariance-based structural equation models. **MIS Quarterly**, v. 35, n. 2, p. 335–358, 2011.

DIAS, G. F.; RAMOS, A. S.; SOUZA NETO, R. A. D.; BASTOS, E. D. M. Tecnologia da informação verde: Estudo à luz da teoria crença-ação-resultado. **Revista de Administração de Empresas**, v. 57, n. 6, p. 585-600, 2017.

DU PISANI, J. A. Sustainable development — historical roots of the concept. **Environmental Sciences**, v. 3, p. 83-96, 2006.

DURHAM, M.; DURFEE, E.; KEOLEIAN, G. **CSS Factsheets, Green IT**. University of Michigan, USA, Ann Arbor: 1-2, 2009.

ESPER, T. L.; PEINKOFER, S. T. Consumer-Based Supply Chain Management Performance Research: A Structured Literature Review. **Transportation Journal**, v. 56, n. 4, p. 395-428, 2017.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 1981.

FORTI, V.; BALDÉ, C. P.; KUEHR, R.; BEL, G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association, Bonn/Geneva/Rotterdam, 2020.

FREITAS, I. Z. de; DEBASTIANI, S. M.; MEIRELES, B. O.; LAGO, S. M. S. Avaliação das práticas de Tecnologia da Informação Verde em uma indústria de adubos, fertilizantes e produtos plásticos da cidade de Cascavel-Paraná. **Revista Organizações em Contexto**, v. 16, n. 32, p. 45-75, 2020.

- GUIMARÃES, R. Guia do usuário consciente de produtos eletrônicos. 2a ed. São Paulo: ITAU-TEC, 2011.
- HAIR JR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6a ed. São Paulo: Bookmam, 2009.
- HOJNIK, J.; RUZZIER, M.; KONEČNIK RUZZIER, M. K. Transition towards Sustainability: Adoption of Eco-Products among Consumers. **Sustainability**, v. 11, n. 16, p. 1-29, 2019.
- IXMEIER, A.; KRANZ, J. Green Your Own Device! A Study on Consumers' Preferences for Eco-Design Principles. In: **ECIS 2020 Research Papers**. Marraquexe, 2020.
- KERN, E.; DICK, M.; JOHANN, T.; NAUMANN S. Green Software and Green IT: An End Users Perspective. In: GOLINSKA, P.; FERTSCH, M.; MARX-GÓMEZ, J. (eds). **Information Technologies in Environmental Engineering**. Berlim: Springer, 2011. (Environmental Science and Engineering, v. 3).
- KIM, T-H. The Effect of the Green IT to the IT Users' Perception and Re-use Intention. **International commerce and information review**, v. 14, n. 4, p. 49-59, 2012.
- KOO, C.; CHUNG, N.; NAM, K. Assessing the impact of intrinsic and extrinsic motivators on smart green IT device use: Reference group perspectives. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 1, p. 64-79, 2015.
- KUMAR, J.; KAUR, H. Study of Green IT: Present to Future. **International Journal of Computer Applications**, v. 114, n. 15, p. 14-19, 2015.
- LATTIN, J.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de dados multivariados**. Tradução de Harue Avritscher. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- LETLONKANE, L.; MAVETERA. N. An Investigation of Factors that Inform Green IT Practices in the North West Provincial Government of South Africa. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 5, n. 20, p. 163-171, 2014.
- LISSITZ, R. W.; GREEN, S. B. Effect of the number of scale points on reliability: A Monte Carlo approach. **Journal of applied psychology**, v. 60, n. 1, p. 10, 1975.
- LOOS, P.; NEBEL, W.; GOMEZ, J.; HASAN, H.; WATSON, R.; BROCKE, J.; RECKLER, J. Green IT: a matter of business and information systems engineering. **Business & Information systems Engineering**, v. 4, n. 3, p. 245-252, 2011.
- LUCIAN, R. Repensando o uso da escala Likert: tradição ou escolha técnica. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v. 9, n. 1, p. 12-28, 2016.
- LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. Desenvolvimento de uma escala para avaliar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas organizações. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 591-605, 2014.

MAIA, R. T. TI Verde: conceitos e práticas visando a integração do desenvolvimento com a preservação do meio ambiente. **Perspectiva Amazônica**, Tapajós, v. 4, n. 8, p. 135-146, 2014.

MARTIN, A. S. S.; LUNARDI, G. L.; DOLCI, D. B. Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v.9, n.3, p. 3-19, 2020.

MATSUDA, P. M.; PINOCHET, L. H. C. Análise das Principais Práticas de TI Verde com o Uso de Tecnologias Emergentes: Estudo Multicaso. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 87-105, 2017.

MISHRA, D.; AKMAN, I.; MISHRA, A. Theory of Reasoned Action application for Green Information Technology acceptance. **Computers in Human Behavior**, v. 36, p. 29-40, 2014.

MOLLA, A. GITAM: A Model for the Adoption of Green IT. In: **19th Australasian Conference on Information Systems**, Christchurch: Nova Zelândia, 2008.

MURUGESAN, S. Harnessing Green IT: Principles and practices. **IT Professional**, v. 10, n. 1, p. 24-33, 2008.

NANATH, K.; PILLAI, R.R. Green Information Technology: Literature Review and Research Domains. **Journal of Management Systems**, v. 24, p. 57-79, 2014.

PINOCHET, L. H. C.; SILVA, M. K. V. da; MATSUDA, P. M. Avaliação dos Consumidores da Comunidade Acadêmica de uma Instituição De Ensino Superior Pública em Relação as Práticas de TI Verde nas Organizações. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 14, n. 3, p. 377-392, 2015.

PINTO, T. M. C. da; SAVOINE, M. M. Estudo sobre ti verde e sua aplicabilidade em Araguaína. **Revista Científica do ITPAC**, Tocantins, v. 4, n. 2, p. 1-15, 2011.

PODSAKOFF, P. M.; MACKENZIE, S. B.; LEE, J.-Y.; PODSAKOFF, N. P. Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. **Journal of Applied Psychology**, v. 88, n. 5, p. 879-903, 2003.

POLLACK, T. A. Green and Sustainable Information Technology: A Foundation for Students. In: **Proceedings of Association Supporting Computer Users in Education**, USA: Myrtle Beach, 2008.

PRZYCHODZEN, W.; GÓMEZ-BEZARES, F.; PRZYCHODZEN, J. Green information technologies practices and financial performance—The empirical evidence from German publicly traded companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 570-579, 2018.

QUEIRÓS, R. C. C.; MÉXAS, M. P.; DRUMOND, G. M. Tecnologia da Informação Verde nas organizações: uma visão estratégica. **Sistemas & Gestão**, v. 15, n. 2, p. 103-112, 2020.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 3a ed. São Paulo: Atlas S.A, 2013.

ROSA, M. R.; SMEK, D. J. Práticas sustentáveis para utilização de recursos de TI na Administração Pública Federal. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 17, n. 3, p. 267-291, 2017.

SALLES, A. C.; ALVES, A. P. F.; DOLCI, D. B.; LUNARDI, G. L. Tecnologia da informação verde: um estudo sobre sua adoção nas organizações. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 41-63, 2016.

SANTOS, G. O.; VALENÇA, R. F. Desenvolvimento sustentável: responsabilidade socioambiental nas organizações. **Revista Eletrônica Opet**, Curitiba, v. 5, p. 1-16, 2011.

SANTOS, K. L. dos. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos na Macrometrópole Paulista: normas e técnicas à serviço da logística reversa. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-20, 2020.

SANTOS, R. A. R.; VANALLE, R. M.; COSTA, I. Análise dos impactos ambientais de atividades relacionadas à área de Tecnologia de Informação. In: **Anais do VIII Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (SINGEP)**, São Paulo: Brasil, 2020.

SCHREIBER, J. B.; NORA, A.; STAGE, F. K.; BARLOW, E. A.; KING, J. Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. **The Journal of educational research**, v. 99, n. 6, p. 323-338, 2006.

SILVA, S. S. da. Proposta de um modelo de análise do comprometimento com a sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 35-54, 2014.

SUNSTEIN, C.; REISCH, L. Automatically Green: Behavioral Economics and Environmental Protection. **Harvard Environmental Law Review**, v. 38, n. 1, p. 127-158, 2014.

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

YOON, C. Extending the TAM for Green IT: A normative perspective. **Computers in Human Behavior**, v. 83, p. 129-139, 2018.

ZWICKER, A. A. M.; LÖBLER, M. L. Construção de um modelo de predição para o consumo de Tecnologia da Informação Verde. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 8, n. 3, 2018.

Tiago Machado Castelli

✉ tiagorip@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7409-8643>

Submetido em: 11/09/2019

Aceito em: 08/11/2021

2022;25:e01632

André Andrade Longaray

✉ andrelongaray@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2908-9390v>

Análisis de la tecnología de la información verde desde la perspectiva de la conciencia socioambiental del individuo

Tiago Machado Castelli
André Andrade Longaray

Resumen: Este artículo tiene como objetivo analizar la influencia de las prácticas Green IT asociadas a la compra, uso y post-uso consciente de equipos tecnológicos, bajo la percepción del individuo, en términos de minimizar los impactos que la tecnología genera al medio ambiente. Para lograr este objetivo, se elaboró un instrumento de intervención aplicado a los usuarios de TI, y con la ayuda del Structural Equation Modeling (SEM), se estructuró un modelo que indica que las prácticas de adquisición de TI por parte de los “fabricantes verdes”, prácticas enfocadas al uso económico de la tecnología y las prácticas correctas de eliminación tecnológica hacen que el individuo sea más consciente de los impactos ambientales causados por la tecnología. Como principal aporte, este estudio trae una escala de evaluación de acciones sostenibles relacionadas con las Tecnologías de la Información a nivel individual, cuyos resultados pueden despertar el interés de la comunidad científica para desarrollar nuevos estudios bajo la perspectiva adoptada.

São Paulo. Vol. 25, 2022

Artículo original

Palabras-clave: Tecnología de la información verde; Impactos ambientales; Conciencia socioambiental tecnológica; Prácticas de TI ecológicas; Modelado de ecuaciones estructurales (MEE).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190163r2vu2022L1AO>

Analysis of green information technology from the perspective of the individual's socio-environmental awareness

Tiago Machado Castelli
André Andrade Longaray

Abstract: This article aims to analyze the influence of Green IT practices associated with the conscious purchase, use and post-use of technological equipment, under the individual's perception, in terms of minimizing the impacts caused to the environment by technology. To achieve this goal, an instrument of intervention applied to IT users was developed, and with the help of Structural Equation Modeling (SEM), a model was structured indicating that IT acquisition practices by "green manufacturers", practices focused on the economic use of technology and correct technological disposal practices make the individual more aware of the environmental impacts caused by technology. As a main contribution, this study brings an assessment scale of sustainable actions related to Information Technology at an individual level, whose results may arouse interest in the scientific community to develop new studies under the adopted perspective.

São Paulo. Vol. 25, 2022

Original Article

Keywords: Green Information Technology; Environmental impacts; Technological socio-environmental awareness; Green IT Practices; Structural Equation Modeling (SEM).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190163r2vu2022L1AO>
