



Práticas de Tecnologia da Informação Verde em Instituições de Ensino Superior: Uma revisão sistemática

*Kathiane Galdino Maia Gomes¹, José de Lima Albuquerque², Romilson Marques Cabral³,
Marco Aurélio Benevides de Pinho⁴, Jorge da Silva Correia-Neto⁵*

Resumo: O objetivo central do estudo é identificar as práticas de Tecnologia da Informação Verde que têm sido adotadas em Instituições de Ensino Superior. Além das referidas práticas, foram elencadas as dificuldades e os benefícios percebidos em seu processo de implementação. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura publicada entre os anos de 2015 e 2020 nas bases de dados do Portal de Periódicos da Capes e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, sendo selecionados 7 estudos para análise. As práticas de TI Verde mais recorrentes estão voltadas ao gerenciamento de resíduos, com descarte adequado e reciclagem de resíduos eletrônicos. Entre as dificuldades enfrentadas, destaca-se a falta de conhecimento e engajamento sobre a temática de sustentabilidade e TI Verde. Já entre os benefícios percebidos, destacam-se ganhos ambientais e financeiros, relacionados à economia de energia, redução de emissão de CO² na atmosfera, e diminuição de custos com aquisição de TI.

Palavras-chave: TI Verde; universidade; ensino superior; revisão sistemática.

Green Information Technology practices in university educational institutions: A systematic review

¹ Mestranda no Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). E-mail: kathianegaldino@gmail.com, Recife, Pernambuco, Brasil.

² Professor Doutor vinculado ao PROFIAP da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), E-mail: jose.limaa@ufrpe.br, Recife, Pernambuco, Brasil.

³ Professor Doutor vinculado ao PROFIAP da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), E-mail: romilson.cabral@ufrpe.br, Recife, Pernambuco, Brasil.

⁴ Professor Doutor vinculado ao PROFIAP da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), E-mail: marco.pinho@ufrpe.br, Recife, Pernambuco, Brasil.

⁵ Professor Doutor vinculado ao PROFIAP da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), E-mail: jorgecorreianeto@gmail.com, Recife, Pernambuco, Brasil.

Abstract: The main objective of the study is to identify the Green Information Technology practices that have been adopted in University education institutions. In addition to the practices, the difficulties and benefits perceived in their implementation process were listed. A systematic review of the literature published between 2015 and 2020 was carried out in the databases of the Capes Periodicals Portal and the Digital Library of Theses and Dissertations, and 7 studies were selected for analysis. The most recurrent Green IT practices are focused on waste management, with proper disposal and recycling of electronic waste. Among the difficulties faced, the lack of knowledge and engagement about sustainability and Green IT stands out. Among the perceived benefits, environmental and financial gains stand out, related to energy savings, reduction of CO² emission in the atmosphere, and reduction of costs with IT acquisition.

Keywords: Green IT, university, University education, sistematic review.

Introdução

Nos últimos anos, a tecnologia da informação tem se difundido de forma rápida e tem gerado benefícios para a sociedade e para as organizações (DIAS *et al.*, 2017). No entanto, diante dessa difusão cada vez mais rápida, é importante que a sua utilização esteja alinhada a práticas que diminuam os impactos causados ao meio ambiente. Para Matsuda e Pinochet (2017), a sustentabilidade ambiental tem sido bastante relevante para os negócios como forma de resposta à degradação dos recursos naturais, e a Tecnologia da Informação (TI), de forma mais específica, é responsável por parte dos problemas ambientais que a sociedade tem enfrentado. Os autores ainda afirmam que, diante do aumento das demandas em sistemas de computação, se fez necessário redesenhar as infraestruturas de TI com o intuito de diminuir o enorme consumo de energia, a difusão de calor, as emissões de efeito estufa, e as alterações que provocam no clima.

Diante desse cenário, a TI Verde surge como uma alternativa na busca por soluções que contribuam para a diminuição dos efeitos causados ao meio ambiente pelo uso das tecnologias de informação. A Tecnologia de Informação Verde, ou TI Verde, relaciona-se a iniciativas e programas de tecnologia e sistemas de informação que envolvem sustentabilidade ambiental, com o intuito de diminuir o desperdício e aumentar a eficiência dos processos relacionados à operação dos computadores (MATSUDA e PINOCHET, 2017).

Para Rosa (2020, p. 79), “TI Verde é a prática de projetar, fabricar, usar e descartar

computadores, servidores e equipamentos associados com o mínimo ou nenhum impacto no meio ambiente”. Segundo o autor, a Tecnologia da Informação Verde utiliza técnicas para lidar com componentes de hardware e outros relacionados, como desktops, impressoras, monitores e dispositivos de rede, de forma precisa e adequada, com a intenção de diminuir os efeitos negativos sobre o meio ambiente, incluindo práticas relacionadas à sustentabilidade ambiental, eficiência energética, descarte e custos de reciclagem.

Segundo Pinto Junior *et al.* (2020), a TI Verde tem o intuito de diminuir os impactos gerados ao ambiente advindos das tecnologias de informação, além de trabalhar a conscientização e a conservação ambiental, trazendo orientações para boas práticas de gestão. Ainda segundo esses autores, para alinhar os anseios da sociedade atual ao desenvolvimento de um ambiente organizacional sustentável, é preciso que as organizações busquem adotar e executar políticas que visem produtos e práticas que gerem um menor impacto ao meio ambiente, decorrentes do uso das tecnologias de informação.

Já de acordo com Rosa (2020), os objetivos da Tecnologia da Informação em uma universidade são facilitar suas operações, agilizar seus processos, disponibilizar tecnologias de pesquisa e contribuir para a formação de seus profissionais. Ainda segundo o autor, o fato de utilizar a TI de forma verde pode afetar universidades de diversas maneiras, entre elas, proporcionar uma maior integração entre seus departamentos, otimizar o desempenho de equipamentos, estimular a inovação, aumentar a atração e retenção de alunos, e aumentar a visibilidade da universidade em relação a possíveis parceiros.

Diante desse contexto, o presente artigo busca responder à seguinte questão norteadora: “Quais práticas de Tecnologia da Informação Verde têm sido adotadas em Instituições de Ensino Superior?”. A partir da referida questão, foi definido o objetivo principal da pesquisa: identificar as práticas de TI Verde que têm sido adotadas em Instituições de Ensino Superior. Entre os objetivos específicos a serem perseguidos estão: identificar as dificuldades enfrentadas no processo de implementação das práticas de TI Verde, bem como verificar os benefícios oriundos de sua utilização. A partir da análise proposta, o presente estudo tem o intuito de facilitar, orientar e incentivar a adoção de práticas de tecnologia verde por outras instituições.

Segundo Romani-Dias *et al.* (2018), a importância do estudo nessa área se dá pelo fato de que a compreensão do tema auxilia as organizações a buscarem ações sustentáveis, ao assumirem a responsabilidade pelas degradações que causam ao meio ambiente, e conseqüentemente, contribuir para a diminuição dessa degradação.

É senso comum que as universidades são um meio de disseminação de conhecimento e de práticas, e que são responsáveis por capacitar futuros profissionais que trabalharão em empresas nos mais diversos lugares (ROSA, 2020). Diante disso, a análise proposta busca contribuir com o estudo e a disseminação de informações relacionadas a práticas de TI Verde em Instituições de Ensino Superior, ao perceber a importância do papel das universidades nesse processo, de forma a atuarem como disseminadoras de práticas sustentáveis.

O presente artigo encontra-se estruturado em 5 seções, contando com esta introdução. A próxima seção refere-se à fundamentação teórica do estudo, e a terceira explana o procedimento metodológico utilizado na pesquisa. A quarta seção apresenta a análise dos dados coletados, na qual estão identificadas as práticas de TI Verde, e dificuldades e benefícios de sua implementação. Por fim, na quinta seção, são apresentadas as considerações finais sobre o estudo realizado, bem como sugestões para pesquisas futuras.

Tecnologia da Informação Verde

O crescimento contínuo do uso de Tecnologias da Informação despertou preocupações com questões ambientais relacionadas principalmente ao mau uso e descarte de equipamentos eletrônicos, bem como aos gastos de energia elétrica necessários para manter as estruturas de TI funcionando de forma adequada (LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Para Costa Júnior (2019), essa situação se agrava com a questão da obsolescência programada, que gera um aumento ainda maior dos impactos ambientais gerados pela TI. Segundo Matsuda e Pinochet (2017), esse contexto tem feito com que diferentes práticas venham sendo adotadas com o objetivo de reduzir o desperdício e aumentar a eficiência dos processos relacionados à operação de computadores, sendo comumente denominadas pelos praticantes da área como iniciativas de “TI Verde”.

O conceito de Tecnologia da Informação Verde (TI Verde) não é bem definido, nem apresenta um conjunto de práticas uniformemente aceitas (LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Para Zwicker e Löbler (2017), escrever sobre este tema pode ser considerado um desafio, em função dos cortes feitos sobre o assunto na literatura, das diferentes perspectivas e interrelações de áreas possíveis, além do fato de envolver diferentes instâncias como o governo, setor empresarial, consumidores, e diversas variáveis como custos, cultura, atitudes, conhecimento, interesse político, entre outras.

Murugesan (2008) define TI Verde como o estudo e a prática de projetar, produzir, utilizar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados – tais como monitores,

impressoras, periféricos de armazenamento e sistemas de rede e comunicação – de forma eficiente, eficaz e com o mínimo ou sem impacto ao meio ambiente. Para Costa Júnior (2019), TI Verde se relaciona a um conjunto de estratégias, práticas e políticas voltadas à tecnologia da informação sustentável, podendo ser resultante da redução de impactos a partir da própria infraestrutura e dos sistemas, e também da utilização dessas tecnologias com o objetivo de atingir a sustentabilidade.

Colocar em prática a TI Verde exige tanto mudanças em termos de tecnologia, relacionadas à melhoria de infraestrutura de TI e de negócios para torná-las ambientalmente corretas, quanto em termos de comportamento, de forma que as ações realizadas considerem a responsabilidade ambiental e que o desenvolvimento e aplicação de políticas organizacionais estejam alinhados com a estratégia de TI da organização (SALLES *et al.*, 2016). Lunardi, Simões e Frio (2014) identificaram 37 diferentes práticas de sustentabilidade aplicadas à área de TI e as agruparam em sete categorias: práticas de conscientização; datacenter verde; descarte e reciclagem; fontes alternativas de energia; hardware; impressão; e software. Essa classificação tem sido utilizada como parâmetro em diversos estudos da área de Tecnologia da Informação Verde, e também será utilizada no processo de seleção das práticas avaliadas no presente artigo.

Metodologia

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL), ou simplesmente Revisão Sistemática (RS), é um meio de avaliar e interpretar toda a pesquisa relevante sobre uma pergunta, tópico ou interesse específico (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Diferentemente do Mapeamento Sistemático, que envolve uma pesquisa mais ampla, as RS analisam um conjunto menor de estudos, ao perseguir objetivos bastante específicos no intuito de aprofundar os conhecimentos já existentes em determinado tema (KLOCK, 2018). Dessa forma, a Revisão Sistemática difere da revisão tradicional, também chamada de revisão narrativa da literatura, pois responde a uma pergunta mais pontual (DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO; TAKAHASHI; BERTOLOZZI, 2011).

A RS é considerada um estudo secundário, e os estudos individuais que contribuem para sua realização são chamados de estudos primários (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Kitchenham (2004) estabelece três fases para realização de uma revisão sistemática: o planejamento; a condução; e o relatório dos resultados. O planejamento está relacionado à

identificação da necessidade de se realizar a revisão, bem como ao desenvolvimento de um protocolo de revisão. A fase de condução se dá por meio da identificação da pesquisa, seleção dos estudos primários, avaliação da qualidade dos estudos, extração e monitoramento dos dados e síntese dos dados coletados. A última fase refere-se à escrita do processo e dos resultados, e de sua divulgação para os interessados.

Peterson *et al.* (2008) indica que o pesquisador precisa definir as questões de pesquisa que deseja responder. Dessa forma, o presente estudo busca responder às seguintes questões: “Quais práticas de Tecnologia da Informação Verde têm sido adotadas em Instituições de Ensino Superior?”; “Quais as principais dificuldades encontradas em seu processo de implementação?”; “Quais benefícios a adoção dessas práticas trazem para as instituições?”. Além da definição das questões de pesquisa, o autor aponta a necessidade de se definir um protocolo para realização da Revisão Sistemática. O protocolo envolve a estratégia que será utilizada para conduzir a RS, as bases de dados utilizadas para busca, os critérios para a seleção e definição de qualidade dos estudos, a forma de extração dos dados, e por fim, como serão sintetizados (SCANNAVINO *et al.*, 2017).

A presente pesquisa se deu por meio de uma revisão sistemática de estudos publicados entre os anos de 2015 e 2020 que abordam práticas de TI Verde utilizadas em Instituições de Ensino Superior. Foram utilizados como base de dados o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), no intuito de localizar artigos, teses e dissertações relacionados à temática. Optou-se pela busca dos termos em português e, para definição dos termos de busca, foram realizados testes com a combinação de algumas palavras-chave como “práticas”, “TI Verde”, “Tecnologia da Informação Verde”, “universidade” e “ensino superior”.

O processo de definição de *string* pode ser caracterizado da seguinte forma:

O processo de definição da *string* de busca é interativo e envolve vários ciclos de experimentação, verificação dos artigos retornados e ajuste da *string* de busca e ainda algumas tarefas podem ajudar a elaborar uma *string* de busca mais robusta e com maior possibilidade de recuperação de estudos primários relevantes (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007, p. 26).

Foi utilizada a opção de busca avançada nas duas bases de dados, utilizando os operadores booleanos AND e OR. No Portal de Periódicos da Capes foi utilizada a opção “Buscar Assunto”, sendo escolhida em seguida a opção de “Busca avançada”. Entre as opções disponíveis para realização da busca avançada foram utilizadas a combinação de “Qualquer” e

“contém” para todos os termos utilizados, já que durante a realização dos testes de *strings* com a busca dos termos apenas no “título” e “no assunto” verificou-se uma quantidade de resultados insatisfatória. Já na busca realizada na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, utilizou-se o termo “TI Verde” e a combinação dos termos “universidade or ensino superior”, ambos contidos no “Título” dos estudos, pois ao buscar por meio da opção “todos os campos” os resultados encontrados estavam sendo altamente numerosos e não vinculados ao tema, relacionando o termo “verde” em múltiplos contextos que não atendiam ao objetivo da pesquisa, como estudos relacionados às áreas de Agronomia, Agricultura e Horticultura.

Em ambas as bases foi utilizado o filtro de seleção do período das publicações, com a seleção do intervalo entre os anos de 2015 e 2020. Entre os critérios de inclusão definidos para filtragem dos estudos estão: idioma (português e inglês), data de publicação, e livre consulta. Já os critérios de exclusão utilizados envolvem: documentos sem resumo, sem palavras-chave, documentos em duplicidade, em formato de editoriais, estudos fora do tema delimitado para a pesquisa, textos indisponíveis integralmente e revisões ou mapeamentos sistemáticos.

A primeira etapa da triagem se deu com a leitura do título, das palavras-chave e dos resumos dos estudos, para exclusão daqueles que não possuíam relação com o tema, e dos que encontravam-se em duplicidade. Em virtude de o presente artigo ser voltado para a análise das práticas de TI Verde realizadas apenas em IES, os estudos que envolvem outros tipos de organizações não foram considerados. Além disso, os estudos relacionados a práticas verdes que não tenham ligação com a Tecnologia da Informação, também foram desconsiderados. A segunda etapa se deu pela leitura dos resultados dos estudos para verificar se de fato abordavam a identificação de práticas de TI Verde em IES. A terceira etapa caracterizou-se pela leitura dinâmica dos objetivos, metodologia, resultados e considerações finais, para confirmação da adequação dos estudos ao objetivo de pesquisa. Após a execução das referidas etapas foi realizada a análise e síntese dos resultados. É importante ressaltar que as pesquisas nas bases de dados foram realizadas entre os meses de outubro e novembro de 2021.

Análise dos Dados

A busca inicial realizada nas bases de dados do Portal da Capes e da BDTD utilizou a combinação das palavras-chave: “TI Verde”, universidade e “ensino superior”. O total de resultados obtidos nas duas bases de dados foi igual a 65, já considerando a aplicação dos filtros descritos em cada uma das etapas de triagem. A tabela 1 indica as *strings* utilizadas na

busca em cada uma das bases de dados, e o respectivo quantitativo de resultados encontrados.

Tabela 1 - *Strings* de busca utilizadas nas bases de dados e quantitativo de resultados obtidos.

Base de dados	String	Tipo de publicação	Quantitativo de resultados
Portal de Periódicos da Capes	“ti verde” AND universidade OR “ensino superior”	artigos	49
BDTD	"(Título:"TI Verde" E Título:universidade or "ensino superior")"	teses e dissertações	16
Total			65

Fonte: Elaboração própria (2022).

Durante a primeira etapa de triagem, dos 49 artigos encontrados na busca do Portal de Periódicos da Capes, 25 deles foram descartados por não possuírem relação com o tema de pesquisa, 17 eram resultados em duplicidade, e 1 se tratava de uma revisão sistemática, restando 6 estudos a serem analisados na 2ª etapa. Já entre os 16 resultados da pesquisa realizada na BDTD, 9 tratavam-se de dissertações de mestrado e 7 de teses de doutorado. Das 9 dissertações, 4 não possuíam relação com o tema de pesquisa, e das 7 teses, 1 encontrava-se em duplicidade e 3 não possuíam relação com o tema de pesquisa, passando o total de 7 estudos para a etapa subsequente.

A segunda etapa da triagem se deu com a leitura dos resultados dos estudos, para seleção daqueles em que pudessem ser identificadas práticas de TI Verde, dificuldades ou benefícios para as instituições. Entre os 6 artigos restantes, 1 deles foi desconsiderado por envolver essencialmente a validação do modelo proposto por Lunardi, Frio e Brum (2011) e Lunardi, Alves e Salles (2014) utilizando métodos estatísticos, não tendo relação direta com as questões norteadoras deste estudo. Mais 1 artigo foi desconsiderado nessa etapa de análise por ser derivado de uma dissertação de mestrado também selecionada na pesquisa, sendo escolhida esta última em virtude de possuir mais detalhes para análise.

Entre as 5 dissertações de mestrado, 2 delas foram desclassificadas por apresentarem apenas abordagens técnicas voltadas para análise de documentos de patentes e uso de certificação específica da área de engenharia civil. Já entre as 2 teses de doutorado, não houve desclassificação. Por fim, na última etapa de triagem, 1 artigo dos 4 restantes foi desconsiderado por não ter sido possível identificar em sua leitura na íntegra se a pesquisa envolvia uma instituição de ensino superior. Ao longo de todo o texto foram utilizados termos genéricos como “empresa/instituição/organização educacional”, “empresa do ramo de educação”, não sendo possível, assim, certificar-se de que se trata de uma IES. Dessa forma, para não haver descaracterização do alvo de pesquisa, o referido artigo foi desconsiderado.

Das 3 dissertações restantes, uma delas foi desclassificada após verificação de que entre os constructos e comportamentos utilizados como parâmetros da análise, não foram encontradas práticas relacionadas à Tecnologia da Informação. As 2 teses pré-selecionadas continuaram a ser consideradas na análise após a realização da 3ª etapa da triagem. A tabela 2 demonstra o quantitativo de estudos selecionados em cada etapa de triagem.

Tabela 2 - Quantitativo de estudos por etapa da triagem.

Recursos	Busca Inicial	1ª Triagem	2ª Triagem	3ª Triagem
Artigos	49	6	4	3
Dissertações	9	5	3	2
Teses	7	2	2	2
Total	65	13	9	7

Fonte: Elaboração própria (2022).

Conforme indicado na tabela 2, após a aplicação dos devidos critérios de seleção, restaram 7 estudos para análise. Alguns dos estudos selecionados não tratam exclusivamente de práticas de TI Verde, havendo aqueles que também abordam outros tipos de práticas sustentáveis. Entre eles, foram selecionadas e consideradas nesta análise apenas as práticas diretamente ligadas à TI Verde, com base nas evidências da literatura. A construção de prédios verdes é considerada por Murugesan (2008) e Lunardi, Simões e Frio (2014) como uma das práticas de TI Verde, devido à redução de gastos com energia decorrente do uso de equipamentos eletrônicos. Além disso, as práticas de TI Verde classificadas por Lunardi, Simões e Frio (2014) também envolvem o uso de energias renováveis, gerenciamento de resíduos, campanhas de conscientização e políticas de sustentabilidade. Nesse sentido, alguns dos resultados permaneceram como objeto de análise, ainda que o foco do estudo não tenha sido exclusivo para as práticas relacionadas à Tecnologia da Informação. O quadro 1 relaciona os estudos selecionados após a finalização do processo de triagem.

Quadro 1 – Relação dos estudos selecionados.

Ano de Publicação	Autoria	Título	Tipo de Publicação	Base de dados
2015	DIAS	Influência de macro e micro fatores na adoção de práticas de TI Verde em instituições de ensino superior brasileiras: uma pesquisa à luz da teoria da crença-ação-resultado	Dissertação	BDTD
2016	BEURON	Contribuições para um modelo de universidade verde: competências e comportamentos para a sustentabilidade	Tese	BDTD

2016	KEMPKA	A emergência do conceito de universidade verde na UFSM, Campus Frederico Westphalen	Dissertação	BDTD
2016	KROTH et al.	Simulação computacional para avaliação do impacto ambiental gerado pela Tecnologia de Informação	Artigo	Portal da Capes
2017	ROSA; SMEK	Práticas sustentáveis para utilização de recursos de TI na Administração Pública Federal	Artigo	Portal da Capes
2020	PINTO JUNIOR; CUNHA; SOUZA JUNIOR	Estudo comparativo da adoção de práticas de Tecnologia da Informação verde em instituições de ensino superior	Artigo	Portal da Capes
2020	RIBEIRO	TI Verde na formação do cientista da computação: um estudo voltado às práticas sustentáveis em uma universidade amazônica	Tese	BDTD

Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir da leitura dinâmica dos objetivos, metodologia, resultados e considerações finais dos 7 estudos selecionados, foram identificadas as práticas de TI Verde mencionadas em cada um, além das dificuldades encontradas em seu processo de implementação e os benefícios decorrentes de sua adoção, quando abordados. A prática de TI Verde mais mencionada nos estudos relaciona-se ao gerenciamento de resíduos, sendo apontada pela maioria a atenção com o descarte adequado de resíduos eletrônicos, bem como sua reciclagem.

Outra categoria citada de forma recorrente relaciona-se a práticas de conscientização e políticas ambientais, sendo elencado por 5 dos 7 estudos analisados. Esta última informação pode ser interligada a uma das dificuldades de implementação mais citada também entre os estudos, que é a falta de conhecimento e engajamento das pessoas sobre a temática de sustentabilidade e TI Verde. A partir disso, é possível destacar a importância dessas práticas de conscientização e da busca pela institucionalização de políticas ambientais dentro dos ambientes universitários para facilitar seu processo de implementação.

Práticas relacionadas à aquisição de equipamentos com selo verde, fornecedores verdes, e compras sustentáveis também foram recorrentes, o que revela certa preocupação dessas instituições com a inserção de critérios de sustentabilidade nos seus processos de aquisição. Foram citadas em 3 dos estudos, as práticas de Virtualização/*Cloud Computing/Data Center* Verde, Prédios verdes e Eficiência energética. Ademais, entre as práticas de TI Verde apontadas estão aquelas relacionadas à economia de energia por meio do gerenciamento do uso de equipamentos nas estações de trabalho, utilizando recursos como desligamento,

suspensão ou hibernação dos aparelhos quando não estão sendo utilizados. O quadro 2 apresenta a relação de práticas, dificuldades e benefícios elencados a partir da análise dos 7 estudos.

Quadro 2 -Expressões-chave, dificuldades e benefícios identificados.

Referência	Expressões-chave	Dificuldades	Benefícios
DIAS, 2015	Conscientização e políticas ambientais; eficiência energética; energias renováveis; prédios verdes; gestão do lixo eletrônico; <i>Cloud Computing</i> , virtualização e <i>Data Center</i> Verde; Fornecedores, certificações e Selos Verdes	-	Economia de energia; redução de custos com aquisição de TI; melhoria de imagem organizacional; maior eficiência do trabalho, doação de equipamentos; contribuição para aprendizagem dos alunos
BEURON, 2016	Eficiência energética; Gerenciamento de Resíduos; Reciclagem; Prédios Verdes; Práticas de conscientização; Energia renovável	Cultura acadêmica e rigidez do sistema educacional; Restrição financeira (capacidade de investimento da instituição)	-
KEMPKA, 2016	Conscientização sobre o consumo de energia; Destinação correta e reciclagem de resíduos; Prédios Verdes; Compras Sustentáveis; Selos Verdes	Falta de compreensão e conhecimento sobre educação ambiental; Falta de recursos financeiros; Falta de Política de Gestão Ambiental constituída institucionalmente	-
KROTH et al., 2016	Desligar equipamentos quando não estão em uso; aumentar a virtualização e diminuir a compra de novos servidores	-	Redução no consumo de energia e na emissão de CO ² (ganhos ambientais e financeiros)
ROSA; SMEK, 2017	Gerenciamento do tempo de uso das estações de trabalho; uso dos modos suspensão e hibernação nos computadores; reaproveitamento de recursos tecnológicos ociosos; reciclagem dos recursos inservíveis; práticas de conscientização; descarte do lixo eletrônico	Falta de engajamento quanto às temáticas de sustentabilidade e TI Verde	Economia de energia; redução de custos decorrentes da compra de novos equipamentos

Referência	Expressões-chave	Dificuldades	Benefícios
PINTO JUNIOR; CUNHA; SOUZA JUNIOR, 2020	Impressão frente e verso; compartilhamento de impressão; videoconferência; computação na nuvem; aquisição de equipamentos com selo verde; gerenciamento eletrônico de documentos; remoção de equipamentos em desuso; descarte de resíduos eletroeletrônicos	Desconhecimento sobre: TI Verde, programas de sustentabilidade e formas de reciclagem e descarte de equipamentos obsoletos; não possuir o hábito de copiar práticas bem- sucedidas de instituições coirmãs ou concorrentes	-
RIBEIRO, 2020	Práticas de conscientização e políticas ambientais; Descarte correto e reciclagem de eletrônicos; Fornecedores, Tecnologias e Selos Verdes; Controle de Impressões; Aquisição tecnológica com eficiência energética	-	-

Fonte: Elaboração própria (2022).

As práticas relacionadas ao uso de energia renovável, controle de impressões e impressões frente e verso, aproveitamento e remoção de recursos ociosos foram citadas em menor quantidade, e a prática de videoconferência foi elencada em apenas um dos estudos. Já em relação às dificuldades percebidas no processo de implementação dessas práticas, além da falta de engajamento já mencionada, há destaque para a restrição quanto aos recursos financeiros. A implementação de algumas das práticas de TI Verde, como a construção de prédios verdes, e a infraestrutura necessária para utilização de fontes de energia renovável demandam investimentos maiores por parte das instituições, o que pode inviabilizar a sua adoção, a depender da capacidade de investimento de cada instituição ou da conscientização do projetista.

Por fim, entre os benefícios apontados, pode ser destacado os benefícios ambientais e financeiros. A utilização de práticas de TI Verde traz diversos ganhos para o meio ambiente, ao reduzir o consumo de energia e a emissão de CO² na atmosfera, quanto ganhos financeiros, ao diminuir os custos com energia e com aquisição de TI. Além desses, também foram citados os benefícios relacionados à melhoria da imagem das instituições, maior eficiência do trabalho, doação de equipamentos, e contribuição para aprendizagem dos alunos. Este último ponto corrobora a ideia apresentada por Rosa (2020), ao apontar o papel de disseminação de conhecimento representado pelas instituições de ensino, sendo responsáveis por transmitir

boas práticas para os alunos, e capacitar esses futuros profissionais, que poderão replicar essas práticas apreendidas nas organizações em que atuarão.

Considerações Finais

O presente estudo se deu por meio do levantamento de artigos, teses e dissertações que envolvem práticas de TI Verde utilizadas pelas IES, dificuldades encontradas em seu processo de implementação e os benefícios decorrentes dessas práticas. Considerando o baixo quantitativo de resultados obtidos por meio da busca nas bases de dados, é possível conceber que este tema de pesquisa se encontra escasso nas publicações de trabalhos científicos dos últimos 5 anos. Diante desse cenário, é possível destacar a necessidade de desenvolvimento de pesquisas relacionadas à criação e disseminação de tecnologias que evitem ou minimizem de forma significativa os desgastes provocados ao meio ambiente. As universidades, enquanto geradoras de conhecimento, assumem um papel essencial nesse processo de disseminação de práticas sustentáveis.

Por meio dos resultados da pesquisa foi possível identificar que a utilização de práticas de TI Verde traz benefícios tanto financeiros quanto ambientais. Além disso, a maioria dessas práticas são medidas simples, de fácil implementação e que envolvem baixos custos. Com exceção de construções de prédios verdes, e estrutura para energia renovável, conforme já citado, a maioria das práticas elencadas envolvem baixo investimento e podem ser implementadas por meio de simples mudanças nas operações cotidianas de funcionamento das organizações. Ademais, é importante reforçar a importância da conscientização da comunidade profissional e acadêmica quanto à importância do tema, fato primordial para que seja possível colocar em prática as ações sustentáveis identificadas nesta pesquisa.

Como sugestão para pesquisas futuras, aponta-se o levantamento de práticas de Tecnologia Verde utilizadas em outros tipos de organização, para fins comparativos, e para visualização e compreensão desse cenário em outros segmentos. Uma outra proposição seria a realização de pesquisas que envolvam o levantamento de dados quantitativos para mensuração dos benefícios financeiros e/ou ambientais advindos da utilização de práticas de tecnologia verde nas organizações.

Referências

- BRUNDTLAND, G. *et al.* *Our common future*. United Nations, 1987.
- COSTA JÚNIOR, N. D. *Proposta de abordagem para adoção a TI verde para uma universidade sustentável*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.
- DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F., BERTOLOZZI, M. R. Revisão sistemática: noções gerais. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. São Paulo, 2011.
- DIAS, G. F. *et al.* Tecnologia da informação verde: Estudo à luz da teoria crença-ação-resultado. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 57, n. 6, p. 585-600, 2017.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele, UK, Keele University, v. 33, 2004.
- KLOCK, A. C. T. Mapeamentos e Revisões Sistemáticos da Literatura: um Guia Teórico e Prático. *Revista Cadernos de Informática*, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2018.
- 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, 2014.
- LUNARDI, G. L.; FRIO, R. S.; BRUM, M. M. Tecnologia da Informação e Sustentabilidade: um estudo sobre a disseminação das práticas de TI Verde nas organizações. *Anais do XXXV EnANPAD*, Rio de Janeiro, 2011.
- LUNARDI, G. L.; SIMÕES, R.; FRIO, R. S. TI Verde: uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. *Revista Eletrônica de Administração*, Porto Alegre, Edição 77, p. 1-30, 2014.
- 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, p.87-105, 2017.
- MURUGESAN, S. *Harnessing green IT: Principles and practices*. IEEE IT Professional, v. 10, 2008.
- PETERSEN, K. *et al.* Systematic mapping studies in software engineering. *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, p. 68-77, Swindon, 2008.

PINTO JUNIOR, I. M.; CUNHA, M. X. C.; SOUZA JÚNIOR, M. F. Estudo comparativo da adoção de práticas de tecnologia da informação verde em instituições de ensino superior. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.4, p.270-286, 2020.

ROMANI-DIAS, M.; WALCHHUTTER, S.; BARBOSA, A. S. Green Innovation: complexidades e revelações a partir da literatura internacional. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, p.359-377, 2018.

ROSA, M. R. Adoption of Green IT in the university environment: systematic review of sustainability practices in educational institutions. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, p. 79-87, 2020.

SALLES, A. C. *et al.* Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre sua Adoção nas Organizações. *Revista de Administração Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 20, p. 41-63, 2016.

SCANNAVINO, K. R. F. *et al.* *Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: teoria e prática*. Elsevier, Rio de Janeiro, 2017.

ZWICKER, A. A.; LÖBLER, M. L. Paradigma das Pistas como Propulsor da Intenção de Compra de TI Verde. *Anais do EnANPAD 2017*. São Paulo, 2017.



Como citar este artigo (Formato ABNT):

GOMES, Kathiane Galdino Maia; ALBUQUERQUE, José de Lima; CABRAL, Romilson Marques; PINHO, Marco Aurélio Benevides de; CORREIA-NETO, Jorge da Silva. Práticas de Tecnologia da Informação Verde em Instituições de Ensino Superior: uma revisão sistemática. **Id on Line Rev. Psic.**, Maio/2022, vol.16, n.60, p.927-941, ISSN: 1981-1179.

Recebido: 16/05/2021;

Aceito 25/05/2022;

Publicado em: 30/05/2022.