

## Avanços e *gaps* da pesquisa sobre *Green IT*: proposição de uma agenda de pesquisa

### INTRODUÇÃO

A preocupação com questões ambientais é discutida na literatura e na prática organizacional há muito tempo. Nesse cenário, gestores passaram a considerar também os impactos adversos da produção e do uso da Tecnologia da Informação (TI), reforçando a importância da denominada TI verde nos processos organizacionais (\*Cordero *et al.*, 2022). Para mitigar esses impactos, têm sido adotadas práticas que envolvem a gestão eficiente de recursos tecnológicos, o uso de energias alternativas, a conscientização ambiental nas organizações, dentre outras (\*Ursacescu *et al.*, 2019).

O crescimento acelerado do uso da TI por indivíduos e organizações tem ampliado a produção de dispositivos eletrônicos e o consumo de energia, agravando o problema do lixo eletrônico e gerando novos dilemas ambientais. Destaca-se o crescente aumento de lixo eletrônico, impulsionado pela rápida obsolescência dos dispositivos, padrões de consumo mais elevados e pela presença de substâncias tóxicas. A TI verde busca enfrentar esse problema por meio de práticas que promovem a eficiência energética e o descarte sustentável de resíduos (\*Ajina *et al.*, 2024; \*Salahuddin e Alam, 2016) e a sustentabilidade nas organizações (\*Ajina *et al.*, 2024).

Nesse cenário, a adoção de práticas de TI verde pelas organizações é impulsionada pela necessidade de reduzir impactos ambientais, atender a pressões regulatórias e responder às expectativas de *stakeholders*. A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece diretrizes que reforçam a importância dessas práticas, diante dos riscos associados ao descarte inadequado de equipamentos eletrônicos (Brasil, 2010).

Diante da relevância crescente do tema, é necessário conhecer o estágio da produção científica sobre TI verde. Assim, este estudo objetiva analisar a produção científica sobre Tecnologia da Informação verde (TI verde) no período de 2015 a 2024, além de propor uma agenda de pesquisa para continuidade dos avanços na área, por meio de uma revisão sistemática em bases internacional e nacional. Para tanto, a pesquisa identifica os principais temas abordados nos artigos, as abordagens metodológicas adotadas, as lacunas existentes e os resultados apresentados, a fim de contribuir com a caracterização do corpo teórico e a elaboração de uma agenda de pesquisa.

Dessa forma, esta revisão sistemática se justifica por três motivos principais: i) a necessidade de consolidar o estado da arte sobre o tema no período de 2015 a 2024, oferecendo uma visão abrangente de suas principais contribuições; ii) a demanda por uma agenda de pesquisa fundamentada na identificação de lacunas, capaz de orientar investigações futuras e aprofundar o conhecimento na área; e iii) a limitação de estudos sobre o tema que tenham adotado, de forma combinada, critérios de seleção como Qualis, quartil do SJR, Índice H e o fator de impacto do JCR.

Diante desse contexto, este artigo busca responder às seguintes questões de pesquisa: i) quais são os temas predominantes nas pesquisas sobre TI verde no período analisado? ii) quais as principais abordagens metodológicas identificadas nesses estudos? e iii) quais as oportunidades para pesquisas futuras na área?

Nesta revisão, considera-se como pesquisa em TI verde os artigos em periódicos científicos que abordam práticas sustentáveis relacionadas ao uso, desenvolvimento ou gestão da Tecnologia da Informação, com foco na redução de impactos ambientais e na promoção de benefícios ao meio ambiente.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A adoção da TI verde visa reduzir custos e atender às pressões por proteção ambiental, influenciando comportamentos organizacionais e individuais. Fortalecer essa identidade estimula atitudes positivas, e sua regulamentação tem sido um dos meios mais eficazes para acelerar a adoção dessas práticas (\*CHUANG; HUANG, 2018; \*NASH; WAKEFIELD, 2022).

Para que isso ocorra de forma efetiva no ambiente organizacional, o setor de Recursos Humanos desempenha um papel importante ao capacitarem os colaboradores para atuarem de forma alinhada à proposta de sustentabilidade da empresa. Quanto maior a consciência ambiental, maior a intenção de adotar práticas sustentáveis, como a TI verde (\*OJO; RAMAN; DOWNE, 2019).

Além disso, a adoção de *Green IT/IS* depende das atitudes dos gestores, especialmente daqueles que ocupam cargos estratégicos (\*DALVI-ESFAHANI; RAMAYAH; NILASHI, 2017). Estudos mostram que a liderança ética do *Chief Executive Officer (CEO)* pode impulsionar a sustentabilidade nas pequenas e médias empresas (PMEs), através do investimento em tecnologias sustentáveis que favorecem a inovação verde. Isso reforça a importância da capacitação, de políticas de incentivo e da conscientização ambiental, considerando que a TI verde gera retornos tanto ambientais quanto financeiros (\*HAMEED *et al.*, 2023; MOURÃO *et al.*, 2020).

Complementando essa perspectiva estratégica, é importante considerar também o papel dos profissionais da tecnologia, fundamentais para a implementação da TI verde. Apesar da crescente conscientização, esses profissionais ainda enfrentam desafios como a falta de recursos, conhecimentos técnicos e políticas claras. Nesse contexto, a colaboração entre empresas é essencial para compartilhar experiências e fortalecer práticas sustentáveis, promovendo a inovação ambiental (\*ANTHONY JNR, 2020).

## METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma revisão sistemática da literatura. A revisão sistemática segue o modelo proposto por Tranfield, Denyer e Smart, (2003), a saber: 1) planejamento; 2) condução; e 3) relatório da revisão (Figura 1).

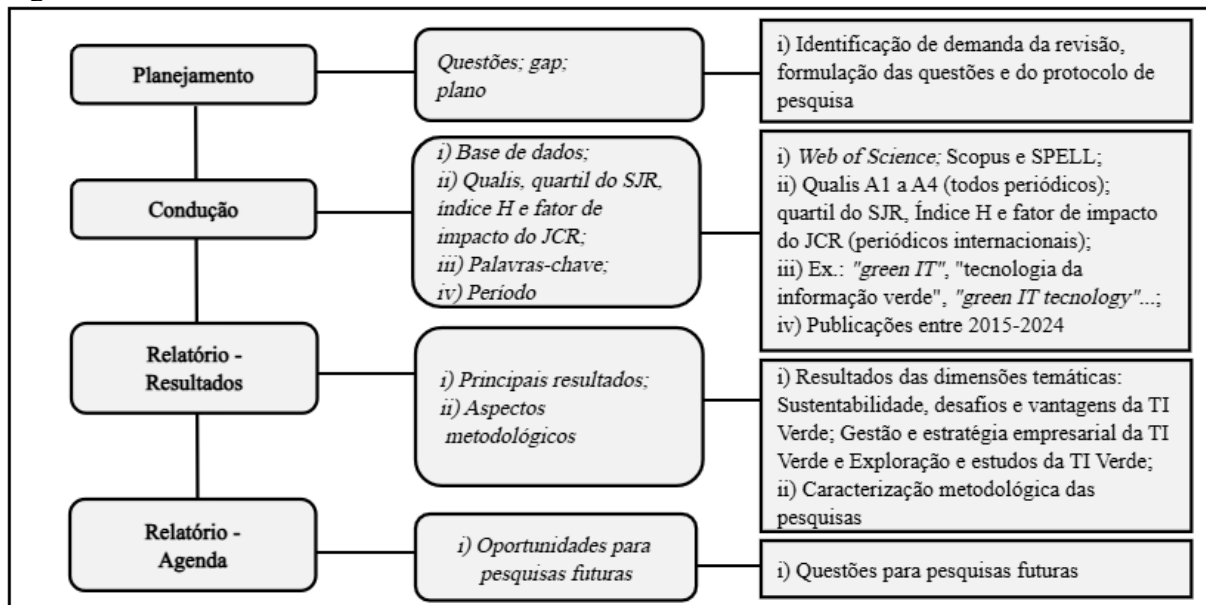
A busca pela literatura se deu em três bases, considerando apenas periódicos indexados, a saber: duas bases internacionais (*Web of Science – WoS* e *Scopus*) e uma base brasileira, *SPELL (Scientific Periodicals Electronic Library)*. Quanto ao recorte temporal de dez anos (2015-2024) foi adotado como fundamento metodológico o fato de que a literatura recomenda janela mínima de dez anos para garantir rigidez nos indicadores e maturidade da amostra, conforme defendido por Chueke e Amatucci, (2022).

Para seleção dos artigos, foram definidos critérios de qualidade com base na classificação dos periódicos, tanto nacionais quanto internacionais. O primeiro critério estabelecido foi que o periódico deveria estar classificado entre A1 e A4 no sistema Qualis Capes (BRASIL, 2025). Esse critério tem sido amplamente utilizado em revisões de literatura (OLIVEIRA; NAKAO, 2021).

Como segundo critério de seleção, além da exigência de classificação Qualis A1 a A4, foram adotados critérios complementares para os artigos internacionais, a saber: i) presença do periódico na base *Scimago Journal Rank (SJR)*, com verificação de métricas como quartil (Q1 a Q4) e Índice H, que indicam a visibilidade da publicação (SCIMAGO, 2025); e ii) registro de Fator de Impacto da revista, conforme o *Journal Citation Reports (JCR)* (CLARIVATE, 2025; e.g. \*MORY-ALVARADO *et al.*, 2023).

Após a coleta e refinamento dos estudos que compõem a revisão sistemática, os 157 artigos publicados em periódicos no período de 2015 a 2024 foram analisados com base nas categorias definidas *a priori*.

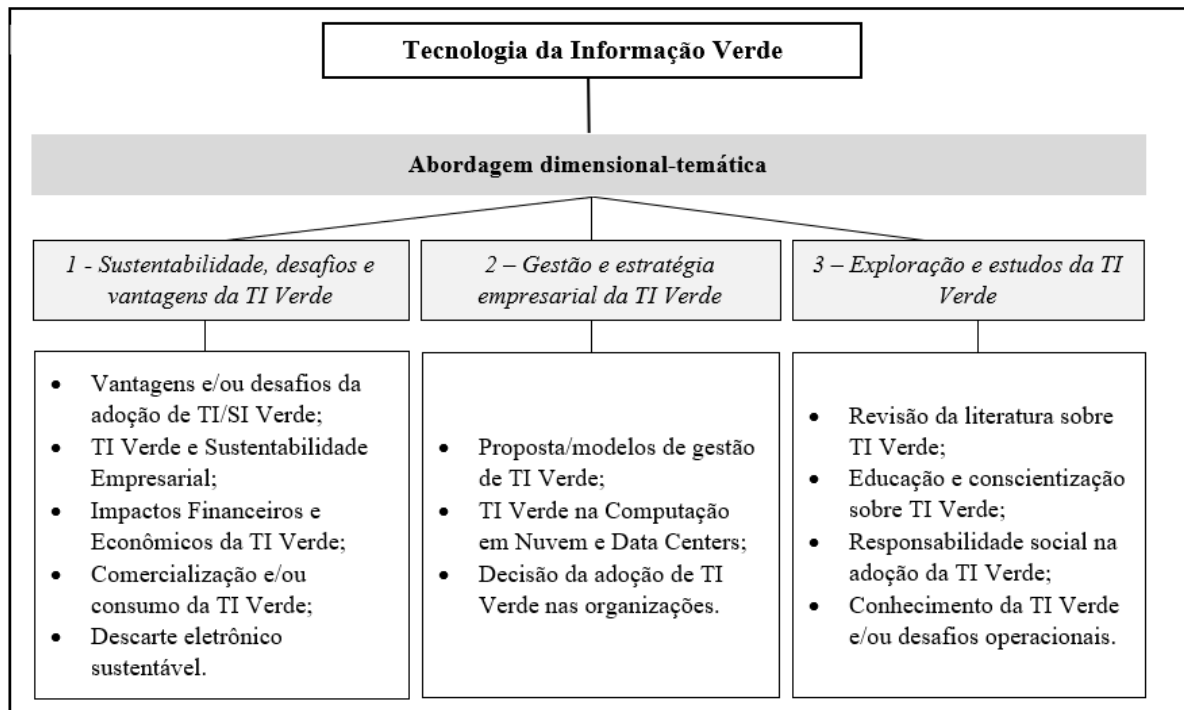
Figura 1 - Desenho da revisão sistemática: TI verde



Fonte: Elaborado pelos Autores.

As pesquisas (artigos) foram categorizadas *a posteriori* em três dimensões: i) 'sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde'; ii) 'gestão e estratégia empresarial da TI verde'; e iii) 'exploração e estudos da TI verde' (Figura 2). Esta categorização foi adotada por abranger os principais tópicos identificados nas pesquisas de TI verde.

Figura 2 – Estrutura da revisão sistemática sobre TI verde



Fonte: Elaborado pelos Autores.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na dimensão ‘Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde’, os artigos são sistematizados por tópicos. Os temas correspondem a 36,3% dos estudos analisados e estão resumidos na Tabela 1, que indica o respectivo número de artigos.

Tabela 1 – Principais temas da dimensão ‘Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde’

<b>Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde</b>	<b>Nº artigos</b>	<b>%</b>
Vantagens e/ou desafios da adoção de TI verde	30	19,1%
TI verde e Sustentabilidade	12	7,6%
Impactos Financeiros e Econômicos da TI verde	10	6,4%
Comercialização e consumo da TI verde	4	2,5%
Descarte eletrônico sustentável	1	0,6%
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>36,3%</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Os temas relacionados à dimensão ‘Gestão e estratégia empresarial da TI verde’ representam cerca de 53% da produção analisada e estão apresentados na Tabela 2, acompanhados do número correspondente de artigos.

Tabela 2 - Principais tema da dimensão ‘Gestão e estratégia empresarial da TI verde’

<b>Gestão e estratégia empresarial da TI verde</b>	<b>Nº artigos</b>	<b>%</b>
Proposta/modelos de gestão de TI verde	46	29,3%
TI verde na Computação em Nuvem e <i>Data Centers</i>	36	22,9%
Decisão da adoção de TI verde nas organizações	1	0,6%
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>52,9%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Já a dimensão ‘Exploração e estudos da TI verde’ representa 10,8% das pesquisas analisadas e os temas relacionados estão apresentados na Tabela 3, assim como o número de artigos.

Tabela 3 - Principais tema da dimensão ‘Exploração e estudos da TI verde’

<b>Exploração e estudos da TI verde</b>	<b>Nº artigos</b>	<b>%</b>
Revisão da literatura sobre TI verde	10	6,4%
Educação e conscientização sobre TI verde	4	2,5%
Responsabilidade social na adoção da TI verde	2	1,3%
Conhecimento da TI verde e/ou desafios operacionais	1	0,6%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>10,8%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise dos elementos metodológicos das pesquisas sobre práticas de TI verde abrange dois aspectos: tipo de artigo/pesquisa e abordagem metodológica. Essa caracterização, com base no número de estudos, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Método: tipo artigo/pesquisa e abordagem metodológica nas pesquisas (2015 a 2024)

Tipo de artigo/pesquisa	n	%	Abordagem metodológica	n	%
Teórico-empírico	141	89,8%	Propostas/modelos	41	26,1%
Teórico	10	6,4%	Entrevista	23	14,6%
Bibliométrico	4	2,5%	Testes e simulações	24	15,3%
Descritivo	2	1,3%	Survey	16	10,2%
			Estudo de caso	15	9,6%
			Revisão da literatura	13	8,3%
			Dados secundários ou de arquivo	10	6,4%
			Bibliometria	4	2,5%
			Simulações e análises matemáticas	4	2,5%
			Outros	7	4,5%
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

As oportunidades de pesquisa são fundamentadas neste estudo com base nas lacunas de investigação identificadas nos artigos revisados e na sistematização dos resultados analisados. A agenda de pesquisa foi construída, principalmente, a partir da leitura dos resultados e conclusões dos artigos. O Quadro 1 sintetiza as oportunidades para pesquisas futuras, baseadas nos artigos do estudo.

Quadro 1 - Agenda de pesquisa

Tópico	Oportunidades para pesquisa futura (questões)	Fundamento/autores
Adoção de práticas de TI verde	Os mesmos fatores que influenciam grandes empresas também afetam as PMEs na adoção de práticas de TI verde?	(*HAMEED <i>et al.</i> , 2023)
	Como a adoção da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) influencia a implementação de práticas de TI verde e o fortalecimento da imagem institucional em instituições públicas e privadas?	(*FIGUEIREDO; SALES; BATISTA, 2021)
	De que forma as abordagens metodológicas podem contribuir para a compreensão da trajetória de esverdeamento das organizações, especialmente na adoção de práticas de TI verde ao longo do tempo?	(NANATH; RADHAKRISHNA PILLAI, 2021; *SINGH, MONIKA; SAHU, 2020)
	Como a digitalização contribui para o desacoplamento entre crescimento econômico e uso de recursos naturais, considerando seus efeitos nas escalas micro, meso e macro, promovendo eficiência energética, economia circular e sustentabilidade sistêmica?	(*LANGE; POHL; SANTARIUS, 2020)
	Quais são os principais intervenientes na adoção das práticas de TI e em que medida a adoção está associada ao desempenho das Universidades Públicas?	(*MERSICO <i>et al.</i> , 2024; *MILINDI; INGLES-LOTZ, 2022)
	De que forma os recursos organizacionais complementares, em interação com fatores do ambiente externo, influenciam os efeitos da TI/SI verde sobre o desempenho ambiental e econômico das organizações?	(*MOUAKKET; ABOELMAGED, 2023)
	Quais são as semelhanças e diferenças na adoção da TI verde entre ambientes residenciais e organizacionais, e quais fatores influenciam essa adoção em cada um desses contextos?	(*MAT NAWI <i>et al.</i> , 2024)
Comportamento dos consumidores	Como as características dos consumidores, motivos e comportamentos influenciam na adoção e na conduta em relação a produtos e serviços de TI verde?	(*AJINA <i>et al.</i> , 2024)
	Como campanhas de conscientizações e iniciativas podem ajudar a expandir a sustentabilidade nas atividades digitais dentro das organizações?	(*MERSICO <i>et al.</i> , 2024)

Tópico	Oportunidades para pesquisa futura (questões)	Fundamento/autores
	Qual é o nível de conhecimento da sustentabilidade em TI/SI dos profissionais de contabilidade?	(*SILVA <i>et al.</i> , 2020)
Conhecimento sobre TI verde	Como as práticas de gestão de recursos humanos sustentáveis podem contribuir com a estratégia do desenvolvimento sustentável na entidade?	(*OJO, 2022)
	De que forma a conscientização, crença e atitude pode influenciar nas práticas e comportamentos sustentáveis?	(*NASH; WAKEFIELD, 2022; *OJO; TAN; ALIAS, 2022)
Pesquisa bibliométrica	Como a pesquisa sobre sustentabilidade de <i>software</i> e TI verde evoluiu ao longo do tempo, considerando diferentes bases de dados, dimensões da sustentabilidade e abordagens comportamentais?	(*CALERO <i>et al.</i> , 2020; *MAT NAWI <i>et al.</i> , 2024)
Modelo e abordagem	A adoção de modelos de TI verde é influenciada pela cultura organizacional e pela forma como a empresa inova? E como esses fatores se relacionam com a Sustentabilidade Corporativa em organizações de diferentes portes e setores?	(*CHOU; CHEN; LIN, 2023; *CORDERO <i>et al.</i> , 2022; *HAMEED <i>et al.</i> , 2023; *MOUAKKET; ABOELMAGED, 2023)
Eficiência energética em <i>Data Centers</i>	De que forma a otimização de tarefas pode melhorar a eficiência energética em <i>data centers</i> ?	(*BHATTACHARYA <i>et al.</i> , 2023; *LI <i>et al.</i> , 2020)
	Como o <i>software</i> pode ajudar os <i>data centers</i> a consumir menos energia?	(*KATAL; DAHIYA; CHOUDHURY, 2023)
	Como <i>data centers</i> podem utilizar energia renovável para gastar menos e poluir menos?	(*HE; SHEN, 2021; *HUANG <i>et al.</i> , 2020)

Fonte: Elaborado pelos Autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas pesquisas analisadas, ressalta-se a preocupação com os efeitos adversos da Tecnologia da Informação e a necessidade de minimizar seus impactos ambientais. Nesse sentido, destacam-se estudos que mostram os benefícios da TI verde não apenas para a preservação do meio ambiente, mas também para a redução de custos operacionais e fortalecimento da imagem organizacional.

Como oportunidade de futuras investigações, elaborou-se a agenda de pesquisa, com base nos artigos estudados, estruturada em forma de questão para melhor compreensão e aplicação futura. Ademais, a agenda de pesquisa contempla oportunidades de investigação em uma das vertentes: i) pesquisas que identifiquem efeitos da adoção da TI verde nas organizações; ii) pesquisas que abordem os intervenientes e antecedentes da adoção de TI verde nas organizações; iii) pesquisa-ação ou abordagens semelhantes que acompanhem o processo de adoção e consolidação da TI verde; e iv) adoção da TI verde no governo: motivadores e impactos.

## REFERÊNCIAS

- \*AJINA, Ahmad S. *et al.* Understanding green IT adoption: TAM and dual-lens of innovation resistance. *Cogent Business and Management*, v. 11, n. 1, 2024.
- CHUEKE, Gabriel Vouga; AMATUCCI, Marcos. Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. *Internext*, v. 17, n. 2, p. 284–292, 17 mar. 2022.
- \*CORDERO, Diego *et al.* Model for the Intent to Adopt Green IT in the Context of Organizations. *IEEE Access*, v. 10, p. 65636–65657, 3 jun. 2022.
- TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, v. 14, p. 207–222, 2003. Disponível em: <www.DeepL.com/pro>.