

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

NÁDIA MARIA PETROLI PIRES

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR

CLAUDIANE GAMA MONTEIRO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR

DEYVISON DE LIMA OLIVEIRA

UNIR-UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Introdução

A preocupação com questões ambientais é discutida na literatura e prática organizacional. Nesse cenário, gestores passaram a considerar os impactos adversos da produção e uso da Tecnologia da Informação (TI), reforçando a importância da TI verde nos processos organizacionais (*Cordero et al., 2022). A adoção de práticas de TI verde nas organizações é impulsionada pela demanda de reduzir impactos ambientais, atender a pressões regulatórias e responder às expectativas de stakeholders. Diante da relevância do tema, é necessário conhecer o estágio atual da produção científica sobre TI verde.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O estudo tem como objetivo 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 internacionais e nacional. Nesta linha, o 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?

Fundamentação Teórica

A adoção da TI verde visa a reduzir custos e a atender às pressões por proteção ambiental, influenciando comportamentos organizacionais e individuais. Fortalecer essa identidade estimula atitudes positivas, e sua regulamentação é um dos meios eficazes de acelerar a adoção dessas práticas (Chuang & Huang, 2018; Nash & Wakefield, 2022). Quanto maior a consciência ambiental, maior a intenção de adotar práticas sustentáveis (*Ojo, Raman e Downe, 2019). A adoção de Green IT/IS depende das atitudes dos gestores, daqueles que ocupam cargos estratégicos (*Dalvi-Esfahani, Ramayah e Nilashi, 2017).

Metodologia

A 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. 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). Após a coleta e refinamento da amostra da revisão sistemática, os 157 artigos em periódicos (2015 a 2024) foram analisados com base nas categorias a priori.

Análise e Discussão dos Resultados

Os resultados indicam: i) preocupação com os impactos ambientais da TI; ii) predominância de estudos sobre vantagens/desafios da adoção, propostas e modelos de gestão, TI verde aplicada à computação em nuvem e data centers; e iii) predomínio de artigos teórico-empíricos, como propostas/modelos de TI verde. Sugere-se uma agenda de pesquisa nas vertentes: i) efeitos da adoção da TI verde nas organizações; ii) intervenientes/antecedentes da adoção de TI verde; iii) pesquisa ação que acompanhem a adoção/consolidação da TI verde; e iv) adoção da TI verde no governo.

Considerações Finais

Ressalta-se a preocupação com efeitos adversos da TI e redução de seus impactos ambientais. Enfatizam-se os benefícios da TI verde ao meio ambiente e na redução de custos operacionais. Embora a pesquisa tenha uma queda ao longo dos dez anos, estudos apontam o reconhecimento da TI verde como estratégia para melhorar o desempenho ambiental, econômico e social das organizações. Esses avanços demonstram o progresso acadêmico no campo e oferecem base para a agenda de pesquisa proposta, que busca aprofundar o entendimento sobre a adoção e os impactos da TI verde em diferentes contextos.

Referências

CORDERO, D. 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.
CHUANG, S. P.; HUANG, S. J. The Effect of Environmental Corporate Social Responsibility on Environmental Performance and Business Competitiveness: The Mediation of Green Information Technology Capital. *Journal of Business Ethics*, v. 150, n. 4, p. 991-1009, 1 jul. 2018.
NASH, K.; WAKEFIELD, R. L. The Role of Identity in Green IT Attitude and Intention. *Journal of Computer Information Systems*, v. 62, n. 5, p. 998-1008, 2022.

Palavras Chave

TI verde, Green IT, Sustentabilidade

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

Resumo

A pesquisa 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 internacionais e nacional, que abrange temática como práticas organizacionais, vantagens, desafios, sustentabilidade, propostas/modelos, conscientização ambiental e redução de custos operacionais, no período de 2015 a 2024. A revisão foi conduzida em três estágios, conforme o modelo de (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003): i) planejamento; ii) condução; e iii) elaboração do relatório. Foram identificados 157 artigos nas bases *Web of Science*, Scopus e SPELL, analisados manualmente com uso de planilhas e processador de texto, a partir de uma abordagem temática organizada em três dimensões. Os principais resultados indicam: i) preocupação com os impactos ambientais gerados pela Tecnologia da Informação; ii) predominância de estudos sobre vantagens e desafios da adoção, propostas e modelos de gestão, TI verde aplicada à computação em nuvem e *data centers* e revisões da literatura; e iii) predominância de artigos teórico-empíricos, com destaque para abordagens baseadas em propostas/modelos de TI verde. Como contribuição, a pesquisa sugere uma agenda para estudos futuros em uma das vertentes: i) efeitos da adoção da TI verde nas organizações; ii) intervenientes e antecedentes da adoção de TI verde nas organizações; iii) pesquisa-ação ou abordagens semelhantes que acompanhem a adoção e consolidação da TI verde; e iv) adoção da TI verde no governo: motivadores e impactos.

Palavras-chave: TI verde; *Green IT*; Sustentabilidade; Eficiência energética; Revisão sistemática da literatura.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com questões ambientais é amplamente discutida na literatura e na prática organizacional. Nesse contexto, gestores passaram a considerar os impactos negativos associados ao uso da Tecnologia da Informação, reforçando a importância da TI verde (*CORDERO *et al.*, 2022¹). Para mitigar esses efeitos, adotam-se práticas como gestão eficiente de recursos, uso de energias alternativas e ações de conscientização ambiental (*URSACESCU *et al.*, 2019²).

Nesta pesquisa, denomina-se TI verde o campo de estudos e o conjunto de práticas organizacionais que visem desenvolver, utilizar, gerenciar, descartar *hardware*, *software* e sistemas de comunicação, de forma a propiciar um impacto ambiental positivo ou reduzir o impacto negativo no ambiente ao nível mínimo possível (*ASADI *et al.*, 2019; *SUBAHI, 2023)

Baseado neste conceito, destaca-se que a TI transformou rotinas pessoais e organizacionais ao longo do tempo, mas também trouxe preocupações ambientais aos gestores e à sociedade. Para lidar com tais questões, pesquisas têm explorado a TI verde como alternativa que une sustentabilidade e viabilidade econômica (*ASADI *et al.*, 2021).

Na década de 1990, o crescimento acelerado do setor de eletrônicos impulsionou os investimentos em TI, com foco na redução de custos e no aumento da produtividade. No entanto, os impactos ambientais decorrentes desse avanço intensificaram as preocupações com a sustentabilidade, surgindo, assim, as primeiras evidências da necessidade de alinhar TI ao desenvolvimento sustentável (*SILVA *et al.*, 2020).

O avanço da TI ampliou a produção de dispositivos e o consumo de energia, intensificando a geração de lixo eletrônico, agravada pela obsolescência acelerada e pela presença de materiais tóxicos. A TI verde busca enfrentar esses desafios por meio de eficiência energética, descarte sustentável e práticas organizacionais voltadas à sustentabilidade (*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).

No setor público, embora haja investimentos em TI, ainda existem desafios para a adoção de práticas de TI verde. Mesmo assim, algumas instituições têm buscado utilizar a tecnologia de forma mais sustentável, especialmente aquelas que seguem a Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P), priorizando, por exemplo, a redução do uso de papel e energia por meio da digitalização (*FIGUEIREDO; SALES; BATISTA, 2021).

Esse movimento de digitalização também se observa no setor privado, especialmente na área de compras, onde empresas passaram a adotar tecnologias digitais para obter vantagens competitivas, principalmente após a pandemia da COVID-19. No entanto, a falta de conhecimento e preparo organizacional ainda limita essa transformação em ambos os contextos (HEROLD *et al.*, 2023).

A digitalização integra eficiência e sustentabilidade à gestão de TI, exigindo avaliação das práticas já adotadas e identificação de melhorias. Para apoiar esse processo, estudos propõem modelos baseados em normas internacionais, como ISO e ISO/IEC, que orientam a

¹ As referências com asterisco se referem àquelas integrantes desta revisão sistemática. A relação das 157 referências está disponível com os autores.

² Devido ao limite de páginas, a lista completa de referências não pôde ser incluída neste artigo, mas pode ser solicitada aos autores.

gestão ambiental e a maturidade dos processos (*MORY-ALVARADO *et al.*, 2023; *PATÓN-ROMERO *et al.*, 2022).

Diante da relevância crescente da TI Verde, torna-se necessário compreender o estágio atual da produção científica sobre o tema. Assim, este estudo tem como objetivo analisar a literatura publicada entre 2015 e 2024, identificando seus principais temas, abordagens metodológicas, lacunas e oportunidades de pesquisa, além de propor uma agenda que oriente investigações futuras.

Compilar o estado da arte em um único documento facilita a compreensão do campo, atuando como um mapa conceitual que evidencia o que já foi investigado e o que permanece inexplorado (WEBSTER; WATSON, 2002). Embora existam estudos que discutem vantagens, desafios e modelos de TI verde, não foram encontrados trabalhos recentes que apresentem uma agenda de pesquisa consolidada sobre o tema. O estudo mais atual identificado como revisão sistemática foca especificamente em pequenas e médias empresas (*MORY-ALVARADO *et al.*, 2023).

Essa revisão se justifica por: i) consolidar o conhecimento produzido entre 2015 e 2024; ii) identificar lacunas que fundamentem uma agenda de pesquisa; e iii) suprir a ausência de estudos que combinem critérios como Qualis, SJR, Índice H e fator de impacto do JCR. A partir desse contexto, este artigo busca responder: i) quais são os temas predominantes nas pesquisas sobre TI verde? ii) quais as principais abordagens metodológicas utilizadas? e iii) quais as oportunidades para pesquisas futuras na área?

Foram identificados 157 artigos em três bases (duas internacionais e uma nacional), categorizados por abordagem temática e metodológica. O artigo organiza-se da seguinte forma: Seção 2 – referencial teórico; Seção 3 – método; Seção 4 – análise e discussão dos resultados; e Seção 5 – conclusão.

2 PERSPECTIVAS ORGANIZACIONAIS SOBRE TI VERDE

A adoção da TI verde visa reduzir custos, atender às pressões ambientais e influenciar comportamentos organizacionais e individuais (*NASH; WAKEFIELD, 2022). No ambiente organizacional, o setor de Recursos Humanos tem papel importante ao promover capacitações e estimular a consciência ambiental, aumentando a intenção de adotar práticas sustentáveis (*OJO; RAMAN; DOWNE, 2019).

As atitudes dos gestores também são decisivas, sobretudo daqueles em posições estratégicas. A liderança ética do *Chief Executive Officer (CEO)* pode impulsionar investimentos em tecnologias sustentáveis, favorecendo inovação verde e retorno ambiental e financeiro (*DALVI-ESFAHANI; RAMAYAH; NILASHI, 2017; *HAMEED *et al.*, 2023). Profissionais de TI, por sua vez, enfrentam desafios como falta de recursos e políticas claras, destacando a importância da colaboração entre organizações para o fortalecimento de práticas sustentáveis (*ANTHONY JNR, 2020).

Além da liderança, atitudes individuais também influenciam a adoção da TI verde (*YOON, 2018). Contudo, em países em desenvolvimento, fatores organizacionais tendem a ter maior impacto que fatores individuais (*MOUAKKET; ABOELMAGED, 2023). A literatura destaca que a TI Verde pode melhorar o desempenho ambiental, especialmente quando integrada à estratégia organizacional e alinhada à responsabilidade social corporativa, contribuindo também para objetivos econômicos e sociais (*CHOU; CHEN; LIN, 2023; *LEI *et al.*, 2023).

Apesar dos benefícios ambientais, a motivação predominante permanece econômica: a redução de custos é fator decisivo, e a TI verde é vista como estratégia competitiva, capaz de gerar lucratividade (*SINGH; SHARMA, 2023). Esse posicionamento também se reflete nas

decisões de compra dos consumidores, influenciadas por práticas sustentáveis e comunicação adequada (*KOO; CHUNG; NAM, 2015; *ZWICKER; LÖBLER, 2019).

A adoção de práticas de TI verde envolve desde a redução do consumo energético em atividades intensivas, como mineração de dados, até a reutilização de recursos e a otimização energética (*SCHNEIDER *et al.*, 2023). O uso de fontes renováveis também contribui para reduzir emissões de CO₂, sobretudo em países de renda alta e média-alta (*MILINDI; INGLES-LOTZ, 2022). Além disso, soluções inteligentes de gerenciamento energético em *data centers* ajudam a equilibrar demanda, custo e impacto ambiental, embora países em desenvolvimento ainda enfrentem barreiras para ampliar sua adoção (*JAWAD *et al.*, 2021; NANATH; RADHAKRISHNA PILLAI, 2021).

Modelos que combinam energia renovável, variação de preços e eficiência operacional otimizam o consumo em *data centers*, reduzindo custos e emissões sem comprometer o desempenho (*MONDAL *et al.*, 2023). Esses achados mostram que integrar a TI verde à estratégia organizacional gera benefícios econômicos e ambientais.

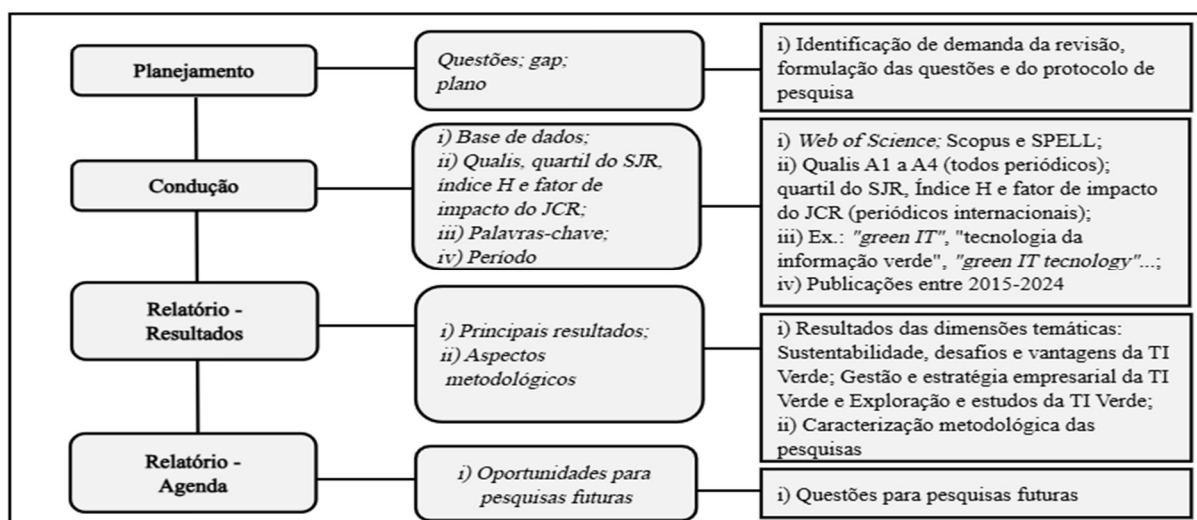
3 MÉTODO

A seção está estruturada em três subseções: i) desenho da revisão (3.1); ii) seleção dos artigos e critérios de qualidade (3.2); e iii) análise das pesquisas (3.3).

3.1 Desenho da revisão

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, de caráter descritivo e qualitativo, nas bases *Web of Science*, Scopus e SPELL, considerando artigos publicados entre 2015 e 2024. O recorte de dez anos segue recomendações metodológicas para garantir maturidade da amostra (CHUEKE; AMATUCCI, 2022). A revisão seguiu o modelo de Tranfield, Denyer e Smart, (2003), composto por três etapas: planejamento, condução e relatório. A Figura 1 apresenta o desenho da revisão e seus procedimentos de coleta de dados.

Figura 1 - Desenho da revisão sistemática: TI verde



Fonte: Elaborado pelos Autores.

3.2 Seleção de artigos: critérios de inclusão e qualidade

Para a revisão sistemática, foram considerados apenas artigos relacionados à TI. A seleção seguiu critérios de qualidade baseados na classificação Qualis Capes, exigindo que todos os periódicos — nacionais e internacionais — estivessem entre os estratos A1 e A4, conforme prática adotada em revisões anteriores (OLIVEIRA; NAKAO, 2021).

Para periódicos internacionais, além da classificação Qualis, aplicaram-se critérios complementares: presença no *Scimago Journal Rank* (SJR), com avaliação do quartil (Q1–Q4) e do Índice H, além da verificação do Fator de Impacto (*Journal Citation Reports* - JCR) (*MORY-ALVARADO *et al.*, 2023).

No caso da produção nacional, manteve-se apenas o Qualis A1–A4, considerando que a base SPELL, ainda que não apresente todas as métricas internacionais, oferece contribuições relevantes para os objetivos deste estudo. O Quadro 1 apresenta os termos e palavras-chave utilizados nas buscas.

Quadro 1 - Bases de dados e filtros de coleta

Bases	Alcance	Filtros	Período
WoS	Internacional	Pesquisa avançada em título/resumo utilizando palavras-chave como: “green IT”, “green information technology”, “green IT technology”, “environmental”, “green computing”, “carbon footprint”, “cloud computing”, “sustainable technology”, “clean technology”; “sustainable cloud” e “green energy in IT”. Tipo de documento: artigo. Idioma: todos.	2015 a 2024
Scopus	Internacional	Pesquisa avançada em título/resumo/palavras-chave utilizando: "green data center" AND "carbon footprint", "energy-efficient computing" OR "eco-friendly IT" OR "sustainable ICT", "green IT", "green information technology", "green computing" AND "sustainable technology" AND "clean technology", "green computing" AND "sustainable technology" AND "clean technology" Tipo de documento: artigo. Idioma: inglês.	
Spell	Nacional	Pesquisa avançada em título/resumo utilizando palavras-chave como: “TI verde”, “tecnologia da informação verde”, “ambiental”, “tecnologia verde”, “sustentabilidade”, “tecnologia da informação e verde”. Tipo de documento: artigo. Idioma: todos.	

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Foram identificados 981 artigos nas bases de dados. A partir desse total, iniciou-se a etapa de inclusão e exclusão, no qual os artigos que não atenderam aos requisitos foram eliminados por não se enquadrarem nos parâmetros adotados. O Quadro 2 apresenta os critérios utilizados nessa seleção.

Quadro 2 - Critérios de inclusão/exclusão dos artigos na pesquisa

Nº	Critério	Inclusão	Exclusão
1	Qualidade das pesquisas	Periódicos internacionais: i) Classificados no Qualis (A1 a A4); ii) Avaliados também pelos índices: quartil do SJR, Índice H e fator de impacto do JCR.	i) Com Qualis inferior a “A” ou sem Qualis. ii) Que não apresentarem simultaneamente os demais índices: quartil do SJR, Índice H e fator de impacto do JCR.
		Periódicos nacionais: i) Classificados no Qualis (A1 a A4). ii) Não foram exigidos os demais índices.	i) Com Qualis inferior a “A” ou sem Qualis.

Nº	Critério	Inclusão	Exclusão
2	Tipo de publicação	Artigos em periódicos científicos	Outro tipo de publicação
3	Tema/Tópico	TI verde (<i>Green IT</i>), Tecnologia da Informação verde (<i>Green Information Technology</i>), Tecnologia da Informação (<i>Information Technology</i>)	Outro tema ou tópico de pesquisa
4	Disponibilidade	Texto completo	Sem texto completo disponível via Periódicos CAPES ou SPELL
5	Idioma	Inglês e português	Qualquer outro idioma
6	Foco	Tecnologia da Informação verde	Estudos com foco distinto da TI verde
7	Contexto	TI verde e sustentabilidade no contexto das organizações.	Artigos sem conexão com o tema

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A Tabela 1 apresenta o fluxo dos procedimentos adotados desde a seleção inicial dos artigos até a definição do número final incluído na revisão, após a aplicação dos critérios estabelecidos (Quadro 2).

Tabela 1 - Seleção de bases e passos da busca de artigos

Etapa	Descrição	Nº de artigos
A	Busca inicial nas bases (WoS, Scopus, SPELL)	981
B	Análise de títulos/resumos e remoção de duplicados	154
C	Inclusão de estudos via referências	210
D	Qualidade dos periódicos nacionais (Qualis A1–A4)	173
E	Qualidade dos periódicos internacionais (SJR, JCR e Qualis)	165
F	Leitura completa e seleção final da revisão	157

Fonte: Elaborado pelos Autores.

3.3 Análise das pesquisas

Após a coleta e refinamento dos estudos que compõem a revisão sistemática, os 157 artigos selecionados foram analisados com base nas categorias definidas *a priori*. O Quadro 3 apresenta as categorias analisadas.

Quadro 3 - Categorias de análise (elementos bibliométricos e revisão sistemática)

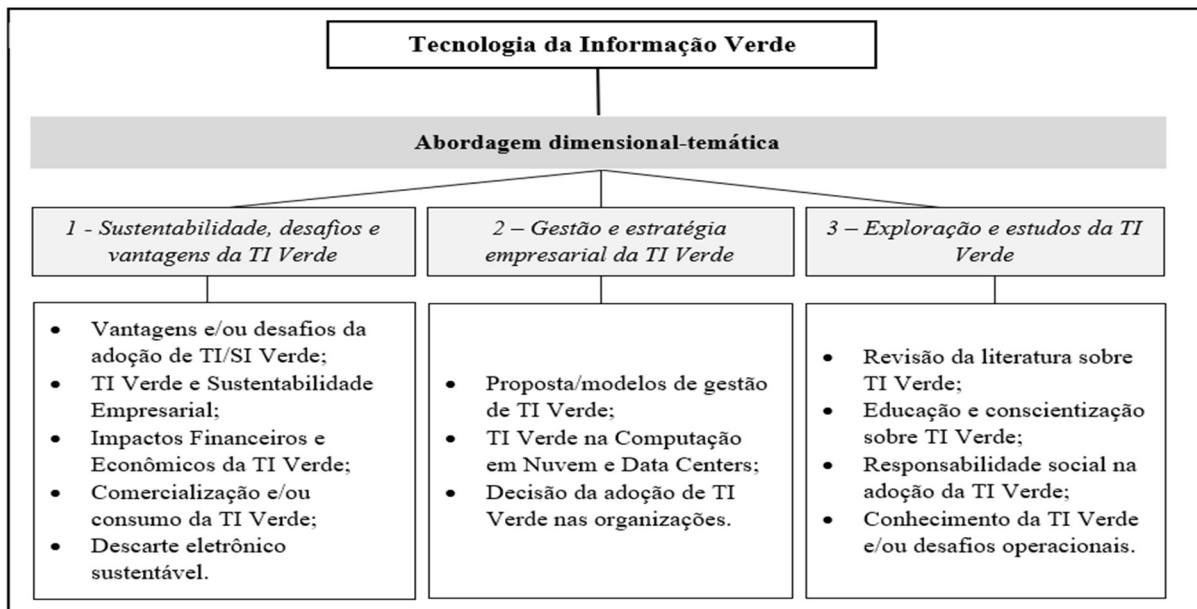
Categorias	Subcategorias
Elementos bibliométricos da pesquisa	Autores, periódicos, países de origem, instituição e ano
Dimensões temáticas e procedimentos metodológicos	Categorização das pesquisas por dimensão Temáticas predominantes Objetivo de pesquisa Classificação do tipo de pesquisa Classificação da abordagem metodológica
Relatório de revisão	Apresentação dos resultados
Oportunidades de pesquisa	Questões de pesquisa para estudos futuros (agenda de pesquisa)

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os resultados foram organizados nas subseções 4.1 a 4.5, seguindo uma abordagem dimensional-temática. Os artigos foram classificados 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 3), agrupando os principais tópicos identificados na literatura. A Figura 2 apresenta as três dimensões.

Figura 2 – Estrutura da revisão sistemática sobre TI verde



Fonte: Elaborado pelos Autores.

O relatório da revisão sistemática (Seção 4) é organizado com a seguinte estrutura: i) análise das temáticas (temas mais abordados); ii) elementos metodológicos das pesquisas (tipo de pesquisa e abordagem do método); e iii) oportunidades para pesquisas futuras. Os principais dados demográficos da revisão sistemática constam na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados da revisão sistemática: Tecnologia da Informação verde (2015-2024)

Descrição	Nº	Descrição	Nº
Artigos	157	Idiomas	2
Autores	553	Instituições envolvidas ¹	132
Artigos em periódicos brasileiros	19	Palavras-chave diferentes	550
Artigos em periódicos internacionais	138	Média palavras-chave/artigo	3,5
Periódicos brasileiros	15	Média autores/artigos	3,5
Periódicos internacionais	81	Média artigos/ano	15,7
Países envolvidos ¹	39	Média artigos/periódico	1,6

¹ Com base no primeiro autor. Fonte: Dados da pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados, os artigos foram categorizados com base na leitura do resumo, das conclusões e dos objetivos de cada estudo. Nos casos de dúvida, adotou-se a dimensão cujo tema predominava nos resultados. A produção foi organizada em três dimensões temáticas, cada uma subdividida em tópicos específicos (Figura 2), que orientam a discussão apresentada a seguir.

4.1 Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde

Esta seção apresenta os principais resultados da dimensão, cujos temas estão sistematizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais temas da dimensão ‘Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde’

Sustentabilidade, desafios e vantagens da TI verde	Nº artigos	%
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%
Total	57	36,3%

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.1 Vantagens e/ou desafios da adoção de TI/SI verde

A literatura aponta que a adoção de TI/SI verde envolve benefícios e desafios. Entre as vantagens, destacam-se a sustentabilidade, a eficiência energética, a redução de custos operacionais e a melhoria da imagem institucional, além de ganhos estratégicos e de inovação (*AJINA *et al.*, 2024; *HANELT; BUSSE; KOLBE, 2017). As equipes de TI também exercem papel relevante ao capacitar usuários e disseminar práticas sustentáveis, promovendo mudanças organizacionais de longo prazo (*ROSA; SMEK, 2017).

Além disso, os estudos indicam que a TI verde deve integrar o planejamento estratégico e a gestão de projetos, representando não um custo adicional, mas uma estratégia que atende às dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade (*OLIVEIRA; RABECHINI JR, 2021).

Apesar dos benefícios, sua adoção enfrenta barreiras, como ausência de políticas formais, resistência organizacional, limitações financeiras, falta de apoio da liderança e baixa conscientização ambiental (*ASADI *et al.*, 2021; *OLIVEIRA; RABECHINI JR, 2021). Embora o investimento inicial possa ser elevado, tende a gerar retornos econômicos e competitivos no longo prazo (*MATSUDA; HERNAN; PINOCHET, 2017).

4.1.2 TI verde e sustentabilidade

Os estudos destacam o papel da liderança verde e dos *Chief Information Officers* (CIOs) na implementação de práticas sustentáveis e na promoção da responsabilidade corporativa. A literatura também evidencia o impacto do capital de TI verde na competitividade e lucratividade, além de seu papel na mediação entre responsabilidade social corporativa, desempenho ambiental e vantagem competitiva (e.g. *CHUANG; HUANG, 2018).

A infraestrutura de TI verde, associada a uma cultura organizacional orientada à sustentabilidade, configura um recurso estratégico capaz de estimular a inovação sustentável, gerar vantagens competitivas e melhorar o desempenho organizacional (*YANG, ZHAOJUN *et al.*, 2017). As cidades inteligentes (*smart cities*) aparecem como tema recorrente, utilizando TI para otimizar serviços públicos, prevenir poluição, promover gestão responsável e ampliar a eficiência energética (*HASMAWATY; UTAMI; ANTONI, 2022).

Em alguns contextos, contudo, a TI verde ainda é tratada como ação paliativa, não integrada à estratégia organizacional. Para alcançar seus benefícios, é necessário o

envolvimento de *stakeholders* por meio de incentivos ou pressões institucionais (*ALSDORF, 2022). Por fim, as empresas enfrentam o desafio de equilibrar sustentabilidade e lucratividade. A adoção de práticas de TI verde varia conforme as motivações — econômicas, regulatórias ou morais — sendo mais eficaz quando seus benefícios de longo prazo são reconhecidos(*YANG, XUE; LI; KANG, 2020).

4.1.3 Impactos financeiros e econômicos da TI verde

Os estudos mostram que a adoção de TI verde pode melhorar o desempenho financeiro, operacional e social das organizações, sobretudo por meio da redução de custos, eficiência energética e inovação estratégica (*LANGE; POHL; SANTARIUS, 2020). Também se investigam as oportunidades e desafios do crescimento econômico sustentável associado a práticas tecnológicas ambientalmente responsáveis (*IMJAI *et al.*, 2021).

A literatura indica que os efeitos positivos são mais robustos quando a TI verde é integrada aos processos de negócios sustentáveis, e não implementada isoladamente (*HALEEM; ILYAS; JEHANGIR, 2024). Os resultados tendem a se intensificar quando lucratividade e preocupação ambiental caminham juntas, reforçando o papel estratégico da sustentabilidade (*SALDANHA *et al.*, 2022).

Além disso, o aumento do uso de tecnologias da informação amplia o consumo de energia, especialmente em *data centers*, o que destaca a TI verde como alternativa eficaz para mitigar impactos e controlar custos relacionados à eletricidade (*BHATTACHARYA *et al.*, 2023).

4.1.4 Comercialização e/ou consumo da TI verde e descarte eletrônico sustentável

Embora temas como o descarte eletrônico sustentável, a comercialização e o consumo de tecnologias ambientalmente responsáveis estejam entre os menos abordados na literatura analisada, eles compõem dimensões das práticas de TI verde. Uma vez que a estratégia de *marketing* verde pode produzir efeitos distintos conforme o perfil do consumidor – a intenção de compra varia, por exemplo, quando o indivíduo possui maior consciência ambiental e hábitos sustentáveis (*ZWICKER; LÖBLER, 2019).

No caso do descarte de equipamentos eletrônicos, há evidências de que as instituições ainda carecem de políticas claras, planejamento e capacitação, o que compromete a destinação adequada desses resíduos. O descarte incorreto de lixo eletrônico representa sérios riscos ambientais, exigindo ações institucionais efetivas e processos educacionais para promover uma cultura organizacional voltada à sustentabilidade (*BATISTA; SOUZA, 2019).

4.2 Gestão e estratégia empresarial da TI verde

Esta seção apresenta os principais resultados da dimensão, cujos temas estão sistematizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Principais temas da dimensão ‘Gestão e estratégia empresarial da TI verde’

Gestão e estratégia empresarial da TI verde	Nº artigos	%
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%
Total	83	52,9%

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.1 Propostas e modelos de gestão de TI verde

As pesquisas apresentam propostas e modelos de gestão voltados à implantação e ao monitoramento da TI verde, abordando eficiência energética, gestão do ciclo de vida, *frameworks* teóricos, governança sustentável e métricas como pegada de carbono (*LANDUM; MOURA; REIS, 2024).

A computação verde é apontada como base dessas iniciativas, com foco em aumentar a eficiência energética e reduzir materiais perigosos, por meio de técnicas de gerenciamento de energia e protocolos otimizados (*OLIVER *et al.*, 2023). Diante do aumento contínuo no consumo de energia, estudos também desenvolvem modelos para reduzir emissões de carbono em produtos e estruturas de processamento de dados, buscando mitigar impactos ambientais (*MONDAL *et al.*, 2023).

4.2.2 TI verde na computação em nuvem e *Data Centers*

Os estudos desta categoria discutem os impactos ambientais decorrentes do uso de *big data*, *data centers*, sustentabilidade digital, IoT e computação em nuvem, destacando o crescente consumo de energia e as emissões de CO₂ associados à expansão desses serviços (*MERSICO *et al.*, 2024). Essa preocupação tem motivado pesquisas que propõem modelos para minimizar tais impactos, especialmente por meio de eficiência energética e otimização da infraestrutura digital (*KATAL; DAHIYA; CHOUDHURY, 2023).

As pesquisas indicam que o custo energético dos *data centers* depende da demanda e da disponibilidade de fontes renováveis, e que práticas de gerenciamento de energia, integradas aos acordos de nível de serviço (SLA), podem diminuir significativamente os custos operacionais (*JAWAD *et al.*, 2021). Nesse contexto, a adoção de energia renovável, ainda limitada por custos e disponibilidade, permanece estratégica para reduzir o consumo energético (*HADDAD *et al.*, 2021). Testes e simulações com um modelo de armazenamento dinâmico apontaram cerca de 6% de redução dos custos operacionais (*HE; SHEN, 2021).

4.3 Exploração e estudos da TI verde

Esta seção apresenta os principais resultados da dimensão, cujos temas estão sistematizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Principais temas da dimensão ‘Exploração e estudos da TI verde’

Exploração e estudos da TI verde	Nº artigos	%
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%
Total	17	10,8%

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3.1 Revisão da literatura sobre TI verde

Os estudos deste tópico analisam a evolução da pesquisa em TI verde em diferentes períodos. Uma revisão no período de 2007 a 2016, com foco na relação entre *Green IT* e Ciências Contábeis, destacou que as práticas de TI verde podem fortalecer a competitividade organizacional, embora o tema ainda seja pouco explorado (*SILVA; SOARES; GOMES, 2017). Outro estudo examinou 542 publicações da Scopus (2000–2018) sobre *software* sustentável, utilizando a abordagem dos 5Ws. Os resultados apontaram crescimento contínuo da área, com destaque para autores europeus e para os EUA como país mais produtivo (*CALERO *et al.*, 2020).

De forma complementar, uma análise de 390 artigos (2007–2015) revelou a falta de uma visão integrada da literatura, recomendando uma abordagem multidisciplinar entre computação, sistemas de informação e gestão (*SEDERA *et al.*, 2017). A literatura sobre PMEs analisou 38 estudos (2008–2022), identificando maior produção em 2016 e 2020 e classificando políticas de TI verde em funcionais, operacionais e organizacionais (*MORY-ALVARADO *et al.*, 2023). Por fim, uma análise de 293 publicações da WoS mapeou tendências emergentes, destacando teorias utilizadas, fatores de adoção, tecnologias verdes e o papel da liderança no avanço da TI sustentável (*MAT NAWI *et al.*, 2024).

4.3.2 Educação e conscientização sobre TI verde

Os estudos deste tópico destacam o papel da educação e da conscientização na adoção da TI verde. Uma investigação com bibliotecas universitárias públicas e privadas analisou a intenção pró-ambiental de bibliotecários com base na Teoria da Ativação de Normas, evidenciando que a conscientização e a responsabilidade social corporativa ambiental são essenciais para fortalecer práticas sustentáveis (*TARIQ; KHALID, 2023).

Outro estudo, utilizando a estrutura Crença–Ação–Resultado (BAO), mostrou que o comprometimento da liderança e a consciência ambiental de profissionais de TI influenciam diretamente suas crenças e atitudes, ampliando o engajamento com práticas de TI verde (*OJO; FAUZI, 2020).

4.4 Análise metodológica das pesquisas

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 6.

Tabela 6 - Método: tipo de 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%	<i>Survey</i>	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%

Tipo de artigo/pesquisa	n	%	Abordagem metodológica	n	%
Total	157	100%	Total	157	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 6 demonstra que as pesquisas predominantes são do tipo teórico-empírico (e.g. *LANGE; POHL; SANTARIUS, 2020). Os demais tipos de artigos (teórico; bibliométrico e descritivo) representam juntos 10,2% do total.

O modelo de pesquisa mais adotado é aquele que sugere uma proposta ou modelo de gestão de TI verde (e.g. *HASSAN et al., 2024). Além disso, sete artigos (4,5%) adotaram metodologias como revisão de norma, *frameworks*, simulações e desenvolvimento de modelo (e.g. *MONDAL et al., 2023). Observa-se que os artigos teórico-empíricos não utilizam um único método, mas combinam abordagens diferentes para validar seus achados o que é demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Distribuição dos artigos teórico-empíricos segundo metodologia utilizada

Metodologia utilizada	Nº de artigos	%
Propostas/Modelos	34	24,1%
Testes e simulações	24	17,0%
Entrevistas	22	15,6%
<i>Surveys</i>	16	11,3%
Estudos de caso	15	10,6%
Revisão da literatura	11	7,8%
Dados secundários ou de arquivo	10	7,1%
Simulações e análises matemáticas	4	3,0%
Outros	5	3,5%
Total	141	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

4.5 Agenda de 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 4 sintetiza as oportunidades para pesquisas futuras, baseadas nos artigos do estudo.

Quadro 4 - Agenda de pesquisa

Tópico	Oportunidades para pesquisa futura (questões)	Fundamentação/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)
	Como a digitalização contribui para o desacoplamento entre crescimento econômico e uso de recursos naturais,	(*LANGE; POHL; SANTARIUS, 2020)

Tópico	Oportunidades para pesquisa futura (questões)	Fundamentação/autores
	considerando seus efeitos nas escalas micro, meso e macro, promovendo eficiência energética, economia circular e sustentabilidade sistêmica?	
	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)
	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)
	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)
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?	(*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?	(*MOUAKKET; ABOELMAGED, 2023)
Eficiência energética em Data Centers	De que forma a otimização de tarefas pode melhorar a eficiência energética em <i>data centers</i> ?	(*BHATTACHARYA <i>et al.</i> , 2023)
	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)

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A partir das lacunas identificadas na literatura, as questões da agenda são sistematizadas para orientar pesquisas futuras sobre TI verde.

5 CONCLUSÕES

Este estudo analisou 157 artigos sobre TI verde publicados entre 2015 e 2024 nas bases WoS, Scopus e SPELL. As pesquisas foram organizadas em três dimensões: i) sustentabilidade, desafios e vantagens; ii) gestão e estratégia empresarial; e iii) exploração e estudos sobre TI verde.

Os resultados mostram preocupação crescente com os impactos ambientais da TI e apontam benefícios como eficiência energética, redução de custos e fortalecimento da imagem

institucional. Entre os principais desafios destacam-se a ausência de políticas formais, barreiras culturais, limitações financeiras, falta de liderança engajada e baixa conscientização ambiental. A literatura indica que a TI verde gera melhores resultados quando integrada ao planejamento estratégico.

Modelos focados em eficiência energética de *data centers* e computação em nuvem surgem como alternativas relevantes para mitigar impactos. Predominam estudos teórico-empíricos, com uso de simulações, *surveys* e estudos de caso.

As limitações da revisão incluem possíveis exclusões de estudos relevantes e o uso de critérios rigorosos de seleção. Para mitigá-las, utilizaram-se três bases científicas e buscas complementares nas referências. A categorização temática também pode gerar viés, embora reduzido pela análise de resumo, objetivo e resultados.

A partir dos achados, elaborou-se uma agenda de pesquisa voltada a: i) efeitos da adoção da TI verde; ii) antecedentes e intervenientes do processo de adoção; iii) acompanhamento de implementações reais; e iv) investigações no setor público.

Os resultados evidenciam o amadurecimento da área, refletido na qualidade dos periódicos e no crescimento internacional da produção científica. A participação brasileira ainda é limitada (19 artigos), frente à predominância internacional (138 artigos). Apesar da redução recente das publicações, a TI verde mantém-se como estratégia para aprimorar o desempenho ambiental, econômico e social das organizações.

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.

*ALSDORF, Helge. It's Just Not Sexy: How Managerial Assumptions Adversely Affect Corporate Sustainability Engagement and Sustainable Technology Adoption. *Sustainability (Switzerland)*, v. 14, n. 22, 1 nov. 2022.

*ANTHONY JNR, Bokolo. Examining the role of green IT/IS innovation in collaborative enterprise-implications in an emerging economy. *Technology in Society*, v. 62, 1 ago. 2020.

*ASADI, Shahla *et al.* A proposed adoption model for green IT in manufacturing industries. *Journal of Cleaner Production*, v. 297, 15 maio 2021.

*ASADI, Shahla *et al.* Investigating factors influencing decision-makers' intention to adopt Green IT in Malaysian manufacturing industry. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 148, p. 36–54, 1 set. 2019.

*BATISTA, Washington da Silva; SOUZA, Mariluce Paes De. TI verde: processo de gestão de descarte de equipamentos de informática na Universidade Federal de Rondônia. *REUNIR - Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, p. 30–38, 2019.

*BHATTACHARYA, Tathagata *et al.* Capping carbon emission from green data centers. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, v. 14, n. 4, p. 627–641, 1 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. , 3 ago. 2010

*CALERO, Coral *et al.* 5Ws of Green and Sustainable Software. *Tsinghua Science and Technology*, v. 25, jun. 2020. Acesso em: 27 nov. 2025.

*CHOU, David C.; CHEN, Houn Gee; LIN, Binshan. Green IT and Corporate Social Responsibility for Sustainability. *Journal of Computer Information Systems*, v. 63, n. 2, p. 322–333, 2023.

*CHUANG, Shun Pin; HUANG, Sun Jen. The Effect of Environmental Corporate Social Responsibility on Environmental Performance and Business Competitiveness: The Mediation of Green Information Technology Capital. *Journal of Business Ethics*, v. 150, n. 4, p. 991–1009, 1 jul. 2018.

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.

*DALVI-ESFAHANI, Mohammad; RAMAYAH, T.; NILASHI, Mehrbakhsh. Modelling upper echelons' behavioural drivers of Green IT/IS adoption using an integrated Interpretive Structural Modelling – Analytic Network Process approach. *Telematics and Informatics*, v. 34, n. 2, p. 583–603, 1 maio 2017.

*FIGUEIREDO, Poliana Fernandes Mendes; SALES, Jefferson David Araujo; BATISTA, Karen. Institucionalização da TI Verde em Organizações Públicas: o abismo entre a gestão e a prática das ações socioambientais. *Gestão.org*, v. 19, n. 1, 30 jun. 2021.

*HADDAD, Marwa *et al.* Combined IT and power supply infrastructure sizing for standalone green data centers. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, v. 30, 1 jun. 2021.

*HALEEM, Fazal; ILYAS, Muhammad; JEHANGIR, Muhammad. Driving organizational value through sustainable business processes and green information technology. *Business Process Management Journal*, 29 nov. 2024.

*HAMEED, Zahid *et al.* Ethical leadership and environmental performance: The role of green IT capital, green technology innovation, and technological orientation. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 194, 1 set. 2023.

*HANELT, Andre; BUSSE, Sebastian; KOLBE, Lutz M. Driving business transformation toward sustainability: exploring the impact of supporting IS on the performance contribution of eco-innovations. *Information Systems Journal*, v. 27, n. 4, p. 463–502, 1 jul. 2017.

*HASMAWATY; UTAMI, Yulis Tyagita; ANTONI, Darius. Building Green Smart City Capabilities in South Sumatra, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, v. 14, n. 13, 1 jul. 2022.

*HASSAN, Shoaib *et al.* Unveiling the Correlation between Nonfunctional Requirements and Sustainable Environmental Factors Using a Machine Learning Model. *Sustainability (Switzerland)*, v. 16, n. 14, 1 jul. 2024.

*HE, Huaiwen; SHEN, Hong. Minimizing the operation cost of distributed green data centers with energy storage under carbon capping. *Journal of Computer and System Sciences*, v. 118, p. 28–52, 1 jun. 2021.

HEROLD, Silke *et al.* Dynamic capabilities for digital procurement transformation: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, v. 53, n. 4, p. 424–447, 29 jun. 2023.

*IMJAI, Thanongsak *et al.* Analysis of ink/toner savings of english and thai ecofonts for sustainable printing. *Sustainability (Switzerland)*, v. 13, n. 7, 1 abr. 2021.

*JAWAD, Muhammad *et al.* A robust optimization technique for energy cost minimization of cloud data centers. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, v. 9, n. 2, p. 447–460, 1 abr. 2021.

*KATAL, Avita; DAHIYA, Susheela; CHOUDHURY, Tanupriya. Energy efficiency in cloud computing data centers: a survey on software technologies. *Cluster Computing*, 2023.

*KOO, Chulmo; CHUNG, Namho; NAM, Kichan. 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.

*LANDUM, Manuel; MOURA, M. M.M.; REIS, Leonilde. Towards Green IT: Assessing the Environmental Impact of Public Administration. *Energies*, v. 17, n. 1, 1 jan. 2024.

*LANGE, Steffen; POHL, Johanna; SANTARIUS, Tilman. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, v. 176, 1 out. 2020.

*LEI, Chun Fong *et al.* Green IT/IS adoption and environmental performance: The synergistic roles of IT–business strategic alignment and environmental motivation. *Information and Management*, v. 60, n. 8, 1 dez. 2023.

*MAT NAWI, Mohd Nazim *et al.* Green information technology and green information systems: science mapping of present and future trends. *Kybernetes*, 2024.

*MATSUDA, Patricia Miyumi; HERNAN, Luis; PINOCHET, Contreras. Análise das principais práticas de TI Verde com o uso de tecnologias emergentes: estudo multicaso. *Journal of Environmental Management and Sustainability-JEMS Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS*, v. 6, 2017.