



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 10, pp. 50703-50708, October, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.22935.10.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE A COMPUTAÇÃO VERDE NO BRASIL

Igor Isnardi Barreto<sup>1\*</sup>, Eduardo Meireles<sup>2</sup>, Allynson Fujita<sup>3</sup>, Carlos Sabino Caldas<sup>4</sup>, Miriam Pinheiro Bueno<sup>5</sup> and Henrico Hernandes Nunes dos Santos<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais Brasil; <sup>2</sup> Doutor em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Coordenador e professor do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, Brasil; <sup>3</sup>Doutor em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Professor do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, <sup>4</sup>Doutor em Comunicação pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Vice coordenador e professor do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais Brasil; <sup>5</sup>Doutora em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Professora do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais, Brasil; <sup>6</sup> Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, Minas Gerais Brasil;

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 10<sup>th</sup> July, 2021

Received in revised form

14<sup>th</sup> August, 2021

Accepted 16<sup>th</sup> September, 2021

Published online 23<sup>rd</sup> October, 2021

#### Key Words:

Resíduos de EEE,  
Sustentabilidade empresarial,  
Economia circular.

\*Corresponding author: [Igor Isnardi Barreto](mailto:Igor Isnardi Barreto).

### ABSTRACT

O conceito de TI Verde abrange uma série de práticas de tecnologia da informação com foco em sustentabilidade. Frente a esta temática, surge a questão: Qual é o atual cenário da computação verde no Brasil? Mudanças recentes na legislação sobre resíduos e o aumento da quantidade de lixo eletrônico produzido justificam este estudo para atender ao objetivo de compreender como o Brasil se posiciona em suas ações de TI Verde. A partir de uma investigação exploratória, descritiva e qualitativa, a análise dos dados da pesquisa bibliográfica e de patentes usou o método dedutivo para chegar às conclusões. Os resultados demonstram que o Brasil não é um player importante na produção de patentes sobre sustentabilidade em tecnologia da informação, mas que tem oportunidades a serem exploradas no assunto. Este estudo de prospecção contribuiu para a ciência ao analisar patentes e artigos para avaliar o panorama nacional de desenvolvimento em TI Verde.

Copyright © 2021, Igor Isnardi Barreto et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Igor Isnardi Barreto, Eduardo Meireles, Allynson Fujita, Carlos Sabino Caldas, Miriam Pinheiro Bueno and Henrico Hernandes Nunes dos Santos, 2021. “Prospecção tecnológica sobre a computação verde no Brasil”, *International Journal of Development Research*, 11, (10), 50703-50708.

## INTRODUCTION

O relatório anual sobre produção global de lixo eletrônico revelou que somente em 2019, excluindo placas solares, foram geradas 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico. No mesmo ano, estima-se que 82,6% deste lixo produzido, não foi gerenciado de forma ambientalmente correta. Em média, o consumo de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) aumenta anualmente em 2,5 milhões de toneladas (E-Waste Monitor, 2020). Estes números expressivos estão desafiando a indústria a remodelar suas estratégias através da economia circular para minimizar os impactos causados ao meio ambiente, como por exemplo o esgotamento de recursos naturais. A economia circular propõe uma intervenção no atual modelo de

consumo, até então linear, para um novo modelo no qual há a reutilização de recursos (Scrobot e Mallet, 2019). Nesta vertente sustentável, as práticas responsáveis de tecnologia da informação (TI) como as estratégias para diminuir o consumo de energia, aproveitamento adequado de servidores, estabelecimento de regras para reduzir o volume de impressões e o rastreamento do descarte adequado de eletrônicos, dentre outras iniciativas, consolidam a chamada TI Verde. (Da Silva, Da Silva Costa, 2020). O Brasil está em uma posição desfavorável nos avanços regulatórios desta questão quando comparado com outros países como México, Costa Rica, Colômbia e Peru, consideradas as principais forças da América Latina na regulamentação específica para o lixo eletrônico (E-Waste Monitor, 2020). Com o recente decreto do governo brasileiro que

regulamenta o sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes (Brasil, 2020), o assunto ganha evidência em âmbito nacional e justifica um estudo para responder à questão: Qual é o atual cenário da computação verde no Brasil?

O objetivo deste trabalho é compreender o cenário da computação verde no Brasil. Comparando o Brasil com outros países na produção bibliográfica e de patentes sobre computação verde, será possível conhecer os níveis de investimentos que estão sendo aplicados nesta área em âmbito nacional. Por meio do estudo da implementação de práticas de sustentabilidade na TI, além das iniciativas governamentais e demandas sobre computação verde, será possível compreender a cadeia produtiva dos equipamentos de TI, bem como seus impactos no uso e reuso de recursos naturais, reciclagem de equipamentos, destinação final de resíduos e vida útil de equipamentos de TI. Por fim, será possível conhecer oportunidades de exploração comercial do e-lixo e as potencialidades de benefícios da prática ao meio ambiente e avaliar práticas de descarte de eletrônicos seguras às empresas e ao meio ambiente.

## METODOLOGIA

A busca sobre o cenário da computação verde no Brasil procura ampliar as ideias sobre a temática e investigar suas especificidades, portanto, esta é uma pesquisa exploratória, descritiva e qualitativa (Oliveira, 2011). A coleta de dados para análise de conteúdo ocorreu por meio das técnicas de pesquisa bibliográfica (Oliveira, 2011) em artigos, teses, sites e outros estudos encontrados a partir de buscas na internet usando ferramentas como Google® Acadêmico, Periódicos CAPES® e Scielo busca avançada, e também da pesquisa patentária utilizando a ferramenta Orbit Intelligence® com resultados até o dia 17 de julho de 2021. Por utilizar uma cadeia de raciocínio descendente, do geral para o particular até a conclusão, esta pesquisa utiliza o método científico dedutivo (Almeida, 2016).

## DESENVOLVIMENTO

A TI verde, computação ecológica ou ainda computação verde, consiste em um conjunto de práticas para otimizar recursos de tecnologia da informação em defesa do meio ambiente. Dentre as suas principais ações destacam-se o uso correto de energia e papel, virtualização de servidores, reciclagem e descarte adequado de equipamentos (Utyiama et al., 2019). Tendo em vista a abrangência do termo e todas as suas áreas de aplicação, as produções bibliográficas e de patentes podem estar relacionadas especificamente a estas ações que são abarcadas pela TI verde, não necessariamente o foco na sustentabilidade, mas nos resultados de redução de custos, ou tempo, ou adequação legal, relacionados ao objeto de estudo. Sendo assim, para compreender o cenário de T.I. verde no Brasil, é importante analisar não apenas artigos e patentes com foco em sustentabilidade, mas buscar por conteúdos sobre inovação tecnológica e analisar criticamente o seu impacto no meio ambiente e na sociedade, ainda que não contendo o termo TI verde ou um de seus sinônimos. O modelo teórico de Tommasetti et al. (2017) para categorização das fases da TI verde auxilia na definição da pauta sobre o assunto em esfera nacional ao dividi-lo em três grandes categorias: A pré-adoção, a adoção e a pós-adoção.

**Produção científica sobre a TI verde:** As realizações tecnológicas evoluem na mesma proporção que o desgaste ambiental (Dos Santos, 2019). Estudos feitos no Brasil como os de Utyiama et al. (2019) e na Índia como os de Saha (2018), concordam que as organizações corporativas devem tomar mais iniciativas verdes. Entretanto, a responsabilidade pelos impactos ambientais dos equipamentos de TI não são uma responsabilidade exclusiva das empresas. Nos estudos em que Zwicker et al.(2018) analisam padrões atuais de consumo, a consciência ecológica dos usuários de tecnologia ainda precisa ser desenvolvida. A TI verde passa a ter um maior valor quando colocada em prática e, para Moura (2017), isso exige transformações tecnológicas e comportamentais. As transformações tecnológicas

consistem em otimizar a infra-estrutura de TI e de negócios, tornando-as ecologicamente corretas. As transformações comportamentais, por sua vez, acontecem através das ações ambientalmente responsáveis e pela implementação de políticas organizacionais de acordo com a estratégia de TI da empresa. Uma vez definida a importância da TI verde na cultura corporativa, torna-se importante entender quais são os principais fatores que motivam a aceitação da iniciativa neste meio. Os estudos de San Martin (2021) mostram que o fator econômico é o principal motivo que tem influenciado as organizações a adotarem práticas ambientais na área de TI, ou seja, as corporações adotam práticas sustentáveis não pela preocupação com o meio ambiente, mas principalmente por visar oportunidades de reduzir custos ou aumentar lucros por meio da redução de insumos e de custos operacionais. A preocupação ambiental em reduzir o volume de resíduos gerados, reduzir consumo de energia elétrica, diminuir o impacto ambiental das atividades relacionadas a TI e reduzir os passivos ambientais relacionados à TI aparece em segundo lugar. Outros fatores estratégicos, legais e mercadológicos também motivam as empresas, porém, em uma escala menor.

**Quadro 1. Quadro teórico de tópicos por Fase do ciclo de vida da TI Verde**

Fase	Tópicos
Pré-adoção	Definições, diferenças e semelhanças de TI e SI Verde
	Consciência Verde
	Prontidão Verde
	Fatores motivadores da TI Verde
Adoção	Quadro conceitual de (melhores) práticas da TI Verde
	Processo de virtualização
	Iniciativas de economia de energia
	Iniciativas de marketing (U commerce )
	Terceirização/Supply chain
	Estudos de caso
Pós adoção	Foco no software
	Foco nos processos (incl. BPM)
	Ciclo de vida da TI verde
	Métricas sustentáveis: cálculos de impacto/feedback
Stakeholders/Mercado externo e comunicação	
Impacto social (comunidade, organização, indivíduo)	

Fonte: TOMMASETTI et al. (2017)

O porte da empresa também está fortemente relacionado à sua propensão em adotar práticas ambientais. Nas grandes corporações há uma cobrança maior por eficiência empresarial e alinhamento às suas estratégias de negócios, o que motiva uma diferenciação de uma TI convencional para uma TI verde especialmente porque as questões éticas e de sustentabilidade possuem uma maior importância no processo de tomada de decisões (San Martin, 2021). Sob a ótica da importância dos fatores econômicos na adoção de medidas de TI verde, a utilização de energia é um dos principais motivos de aprovação dessas iniciativas. O estudo de Irfi(2017), mostra que o consumo brasileiro de energia tende a convergir em todos os estados, ou seja, o consumo vai aumentar principalmente em estados nos quais hoje se aferem as menores utilizações. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, esta expectativa de aumento torna ainda mais importante um debate sobre as iniciativas das empresas que produzem ou consomem equipamentos de TI. Práticas como desligar o computador na hora do almoço e no fim do expediente, conscientização do uso de lâmpadas e utilização ideal para aparelhos de ar condicionado, dentre outras, trazem de forma prática, uma redução de custos mensurável com redução de impacto ao meio ambiente (Moura, 2017).

**Patentes sobre a TI verde:** As buscas de patentes sobre a computação verde são, na verdade, uma forma de identificar se os inventores têm se preocupado com as questões ambientais nas suas invenções, afinal, uma tecnologia da informação que minimize o impacto ambiental de alguma ação humana é uma potencial tecnologia verde, mesmo não tendo sido criada com este foco. Na

etapa de pesquisa foram realizadas buscas genéricas pelo termo computação verde e suas variações em português e inglês, que retornaram 805 resultados, usando o código de consulta no Orbit “(GREEN IT) OR (TI VERDE) OR (GREEN COMPUTING) OR (COMPUTAÇÃO VERDE) OR (SUSTAINABLE TI) OR (TI SUSTENTÁVEL)”:

Search Step	Result(s)	Query	Assistant	Source
1	805	(GREEN IT) OR (TI VERDE) OR (GREEN COMPUTING) OR (COMPUTAÇÃO VERDE) OR (SUSTAINABLE TI) OR (TI SUSTENTÁVEL)	Easy search	FAMPAT

Figura 1. Termos de busca utilizados no sistema Orbit®. Dos autores (2021)

Alguns dos principais detentores dessas patentes são empresas tradicionais de tecnologia como IBM®, Samsung®, Toshiba®, Sony®, Panasonic® e Microsoft® e empresas com forte presença no mercado de dispositivos óticos como Fujifilm®, Kodak®, Ricoh® e Canon®. Mais da metade dessas patentes já foram expiradas, prescritas ou revogadas. 7% estão pendentes e 30% estão concedidas.

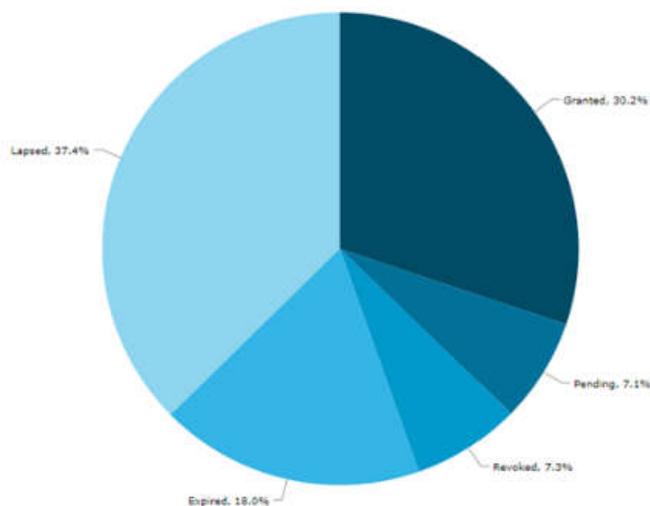


Figura 2. Distribuição de patentes por status. Dos autores (2021)

A maioria das patentes foram registradas por empresas de ramos variados dentro da tecnologia, em especial dispositivos óticos, tecnologia da computação e tecnologia audiovisual.

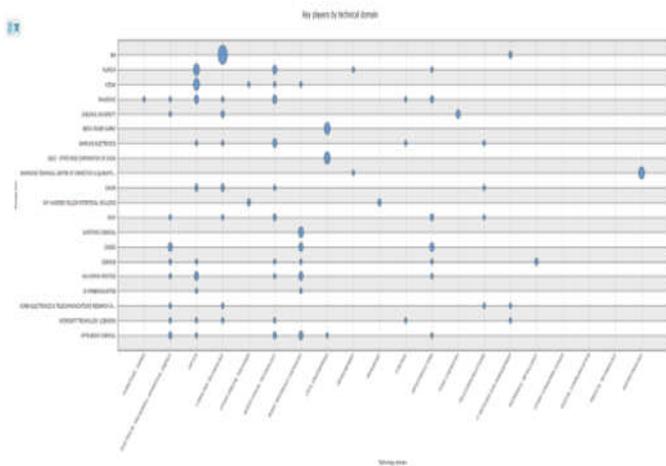


Figura 3. Distribuição de patentes por segmento de atuação do depositante. Dos autores (2021)

Os números das proteções na China, no Japão, na Coreia e nos Estados Unidos são a maioria de todas as proteções, o que revela que não só o Brasil é deficitário no tema, como os outros países do mundo também não têm expressividade nas patentes em TI Verde.

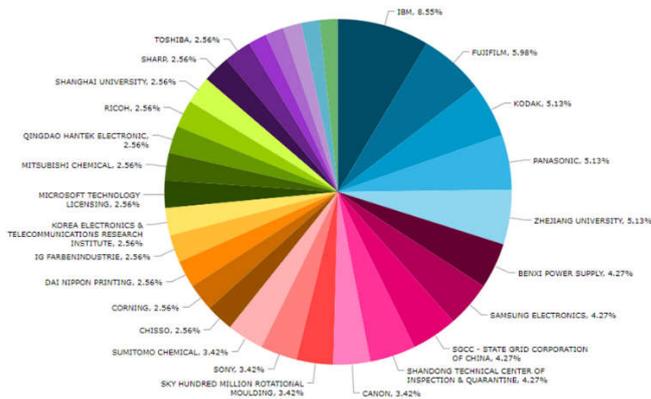


Figura 4. Principais detentores de patentes sobre computação verde no mundo Dos autores (2021)

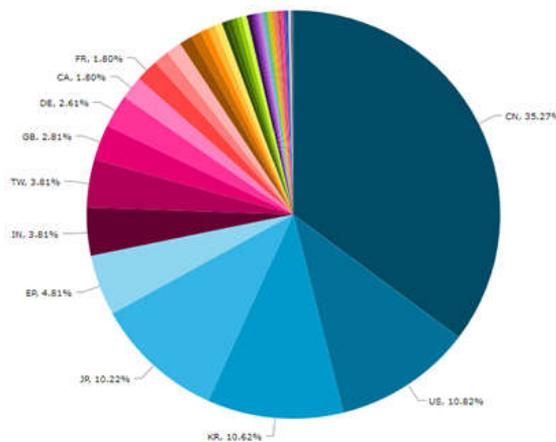


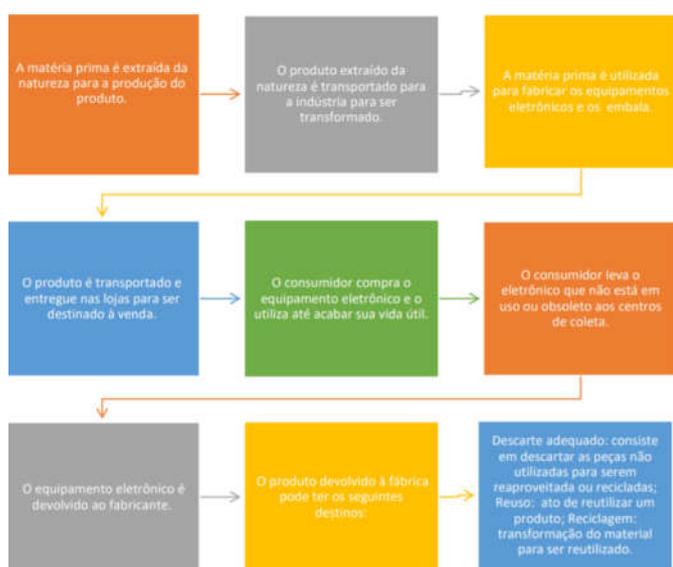
Figura 5. Número de patentes por país de proteção Dos autores (2021)

Estes números corroboram os estudos de De Negri (2018), quando trata do longo histórico brasileiro de maus tratos à inovação. O desempenho empresarial em inovação é parte integrante da evolução tecnológica do país. Esta evolução pode ser observada em várias dimensões, dentre elas, o depósito de patentes. O termo TI verde, apesar de não representar a totalidade dos depósitos de patentes relacionados à sustentabilidade em tecnologia, demonstra a preocupação dos depositantes em reforçar o apelo sustentável de suas invenções.

**Investimentos e o governo na computação verde:** A Lei Federal 12.305/2010 (Brasil, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e foca na redução da geração de resíduos, bem como a regulamentação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico no decreto 12.305/2020 (Brasil, 2020), são exemplos de iniciativas governamentais que contribuem para a TI Verde. Essas iniciativas fomentam a prática de hábitos sustentáveis de consumo, reciclagem, reutilização de resíduos sólidos e a destinação ambientalmente correta dos rejeitos, através de definições do ciclo de vida do produto, conseqüente de deveres legais impostos à cadeia de produção como a obrigação de criar e manter sistemas de logística reversa para os EEE's (equipamentos elétricos e eletrônicos). No Brasil, compete a quem fabrica EEE's manter postos de coleta para receber os resíduos e é de responsabilidade do Estado a fiscalização e aplicação de penalidades em caso de descumprimento da lei (Porto, 2019). Muitas economias emergentes estão incluindo ações fiscais e legais para aumentar a responsabilidade das organizações e dos indivíduos por seu comportamento, produção e consumo (Ojo et al., 2019). O Estado brasileiro estimula e incorpora ações sustentáveis no dia a dia das instituições públicas por meio da Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente. A mudança nos investimentos do governo, capacitação e conscientização dos servidores e gestão de recursos naturais são exemplos das ações da agenda (Penha, 2017). Segundo Penha (2017),

uma fonte significativa de impacto ambiental no setor público é o volume de impressões. Uma política organizacional é importante para conter os danos ao meio ambiente desta prática tanto na área pública quanto nas empresas privadas, afinal além do dano ao meio ambiente existe uma motivação econômica, relacionada aos gastos de impressões e de marketing, afinal muitas empresas se preocupam com os impactos de suas ações na natureza como forma de agregar valor à sua imagem, seus produtos e serviços.

**O ciclo de vida de equipamentos de TI:** Com os equipamentos elétricos e eletrônicos tornando-se cada vez mais populares no dia a dia, levando em consideração a sua relação com inovação tecnológica e a urbanização acelerada e tendo em vista ainda que as pessoas trocam seus equipamentos de uma forma exagerada, já ficou claro que a vida útil destes equipamentos está sendo reduzida a cada dia (Porto, 2019). No Brasil não é diferente. Tendo em vista o quanto as compras estão sendo facilitadas por meio de financiamentos com prazos maiores e taxas menores, diversas classes sociais estão tendo acesso a estes produtos (Fraguas; Gonzales, 2020). O ciclo de vida dos ativos de TI se divide em 4 fases: O lançamento é a primeira fase, na qual os ativos são mais caros e estão na vanguarda tecnológica. Ativos adquiridos nessa fase justificam-se pela necessidade de serviços de desempenho altamente diferenciados. Na segunda fase, seleção, os ativos já tem um custo menor se comparados à fase anterior, além de contar com suporte, padronização e capacidade de customização. A terceira fase, chamada de menor custo, é o momento no qual os ativos já estão no seu menor custo de comercialização. A quarta e última fase se chama substituição e representa o final do ciclo de vida do ativo que nesta fase já tem uma baixa comercialização e um alto custo de manutenção (Da Silva Leite e Reis, 2021). Ao invés de encerrar o ciclo de vida do produto quando ele não faz mais sentido para a empresa, uma opção de iniciativa verde é doar os produtos em bom estado para instituições de caridade. Outra forma de contribuir para a preservação do meio ambiente é levar equipamentos com pequenos problemas na assistência técnica para tentar recuperá-los antes de sair em busca de comprar outro para substituí-lo. Mesmo não havendo consento para o equipamento, ao invés de levá-lo para descarte, pode-se deixá-lo na assistência para aproveitamento de peças. Estes equipamentos podem ainda ser descartados pela logística reversa. As empresas são obrigadas por lei a prever o retorno deste produto obsoleto e dar uma destinação sustentável a ele (Fraguas; Gonzales, 2020). Para facilitar a compreensão das etapas da logística reversa, o esquema abaixo mostra o ciclo de vida destes equipamentos desde a extração da matéria prima até o descarte adequado após a devolução à fábrica:



**Figura 6. Etapas da logística reversa e os conceitos de reuso, reciclagem e descarte adequado. Fraguas e Gonzales (2020)**

Um dos motivos pelos quais o lixo eletrônico é uma pauta importante da temática da TI Verde é porque ele contém substâncias prejudiciais à saúde humana, cancerígenas ou potencialmente cancerígenas (Fraguas; Gonzales, 2020), por isso a importância de conhecer as opções de descarte adequado. A agência de proteção ambiental dos Estados Unidos estabeleceu, nos anos 90, um programa voluntário de avaliação de eficiência energética chamado “Energy Star”. Este programa objetiva rotular produtos como computadores, equipamentos de escritório e eletrodomésticos, dentre outros, com a sua classificação energética. Na Índia há um programa semelhante com a classificação em notas de 1 a 5 para o consumo anual de energia dos equipamentos (Namdeo Bhor et al., 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez identificado que os fatores econômicos são o principal motivador das iniciativas ecológicas de TI nas empresas, fica claro que as imposições legais sobre esta temática ainda são deficitárias, ou seja, as empresas investem em TI verde para se beneficiar das reduções de custos que ela proporciona, mas não necessariamente investirão em iniciativas meramente pelo cuidado com a natureza. Do mesmo modo, se as punições e a fiscalização contra a poluição aumentarem, a tendência é que o desrespeito ao meio ambiente diminua, afinal, a alta direção das grandes corporações precisa demonstrar resultados financeiros, como multas evitadas através de medidas a favor do meio ambiente. Obviamente que o entendimento da importância das medidas de proteção ecológica é importante. No médio ou longo prazo, educar as crianças nas escolas sobre o que fazer com seus celulares quando ficarem antigos, sobre a importância de dar destinação adequada aos seus video-games, sobre como descartar as pilhas de seus carrinhos de controle remoto e tantos outros exemplos do dia a dia dos mais jovens, trará benefícios sistemáticos ao descarte de REEE no Brasil, afinal a compreensão dos impactos das ações humanas no planeta incentiva discussões que não estão embasadas somente em fatores financeiros, mas na responsabilidade socioambiental. É papel da TI verde disseminar a cultura da eficiência de consumo energético, opções inteligentes de uso e descarte de papel, fazer indicações de insumos sustentáveis e apoiar as iniciativas de descarte adequado de equipamentos, dentre outras atividades. Estas ações práticas revelaram-se importantes em estudos dentro e fora do Brasil.

Apesar de haverem conceitos complexos a serem ajustados como as políticas públicas voltadas à TI verde, ações simples podem modificar a forma com que a empresa se relaciona com a sociedade e o meio ambiente. Um computador que ao invés de ser descartado é doado para uma entidade que fará um bom uso, é um excelente exemplo de como os profissionais de TI podem mudar a comunidade em que atuam usando uma estratégia simples ao mesmo tempo que estudam mais sobre a TI verde para criar novas iniciativas sobre a temática. Em sua maioria, as patentes de TI verde estão concentradas na China, Estados Unidos, Coreia e Japão. Mais do que uma oportunidade de exploração da temática em âmbito nacional, estes números refletem que o Brasil, assim como em outros assuntos relacionados à inovação, não está criando soluções ambientalmente responsáveis ao ritmo dos países desenvolvidos. Esta realidade pode estar relacionada ao fato de o Brasil não contar com muitas empresas nos principais segmentos que se mostram interessados na temática no mundo. Além disso, apesar de ser um país com grandes matas, inclusive a maior floresta tropical do mundo, uma forte relação com a natureza através de uma grande exploração do agronegócio e das usinas hidrelétricas, essa distribuição evidencia que o Brasil não explora as oportunidades de inovação em TI Verde. Com a lei da logística reversa em vigor e regulamentada, o país se coloca em posição de evolução na gestão dos seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. As empresas que produzem tecnologia tendem a otimizar suas estratégias de controle e se responsabilizar pela minimização dos impactos ambientais de seus produtos e serviços, bem como disponibilizar um caminho de retorno aos equipamentos obsoletos no mercado. A medida é fundamental, afinal os produtos eletrônicos sofrem os efeitos da obsolescência programada e são descartados antes mesmo de chegar ao final de sua

vida útil, ou seja, produtos que ainda eram viáveis aos seus propósitos vão para o lixo simplesmente para dar lugar a novos produtos, sistematicamente melhorados, reformulados ou repaginados, e não havia qualquer medida do Estado para tratar o descarte adequado destes produtos, controlando todas as etapas do seu ciclo de vida e evitando assim os danos à natureza. A TI Verde consiste ainda em ações altruístas, afinal, existe a possibilidade de doar equipamentos obsoletos para instituições de ensino e de apoio à criança carente. Esta temática merece destaque no Brasil para reduzir as desigualdades, tendo em vista a grande demanda por inclusão digital e as dificuldades de disseminar a cultura digital em todo o território nacional, incluindo populações vulneráveis.

O compromisso da TI Verde com o futuro por meio de suas ações está intrinsecamente relacionado à cultura de responsabilidade socioambiental da organização. Algumas medidas como o cuidado com o descarte de placas contendo metais pesados são fundamentais para garantir condições adequadas de vida e saúde às próximas gerações. O crescimento acelerado do volume de resíduos produzidos no país é um risco à saúde pública e uma responsabilidade dos profissionais de tecnologia. Um grande desafio de sustentabilidade em tecnologia da informação é levar a mensagem da gestão eficiente de equipamentos às micro e pequenas empresas brasileiras, que são maioria no cenário corporativo nacional. As pequenas empresas, muitas vezes, têm em suas lideranças as responsabilidades de decisão, execução, controle e inovação, ou seja, o dono do negócio é responsável por praticamente todas as atividades, tendo pouco tempo para se dedicar a atividades que, ainda que importantes, podem ser negligenciadas no dia a dia. Entretanto, independentemente do segmento da empresa cabe uma análise dos seus processos para identificar pontos de melhoria em informação e comunicação eficiente e sustentável. As medidas para estes profissionais podem começar, por exemplo, por avaliar quanto papel é produzido em seus processos e como este volume poderia ser reduzido, ou ainda, avaliar como é possível aumentar a eficiência energética do seu estabelecimento usando placas solares ou outros métodos.

## CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Os resultados apontam que a temática é atual e tem sido amplamente discutida, mas que as ações de TI Verde no Brasil ainda são insuficientes para brejar os efeitos nocivos do volume de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos descartados. As patentes sobre o assunto estão concentradas em sua maioria em grandes empresas sediadas em países que são potências econômicas globais. Ficou evidente que existem inúmeros motivos para a prática de atividades sustentáveis em TI, mas que o fator financeiro ainda é o principal motivador para executar essas ações, quer seja para evitar multas, situação na qual a fiscalização é fundamental, quer seja para maximizar a produtividade das empresas, circunstância em que cabe à TI ter criatividade para construir estratégias de inovação em TI verde. Este estudo de prospecção contribuiu para a ciência principalmente ao analisar patentes e artigos para avaliar o panorama nacional de desenvolvimento em TI Verde, mas contribui também como base de informações sobre a TI Verde no Brasil até o ano de 2021.

Tendo em vista que a TI Verde pode estar relacionada à inovação em gestão de processos nas organizações, trabalhos futuros poderão apontar quais segmentos não abordados neste estudo têm os maiores potenciais de implementação de práticas de TI sustentáveis. Desta forma, o trabalho servirá como um guia para que empresas de outros segmentos atentem para as oportunidades de exploração comercial e práticas responsáveis de tecnologia da informação. Quando concentrado diretamente em empresas de pequeno porte, o estudo demonstrará aos empresários que mesmo sem conhecimentos específicos de TI, é possível dar tratativas adequadas aos seus resíduos elétricos e eletrônicos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. B. Noções básicas sobre metodologia de pesquisa científica. Belo Horizonte, 2016. Available online at <http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>
- E-WASTE MONITOR. The Global E-waste Monitor 2020, 2020. Available online at <http://ewastemonitor.info/>
- BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1, 13 fev. 2020. Available online at <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.240-de-12-de-fevereiro-de-2020-243058096>
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1, 02 ago. 2020. Available online at [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm)
- Da Silva, F. M. G.; Da Silva Costa, E. N. A importância da tecnologia da informação (ti) verde no hodierno diferencial competitivo nas empresas do mercado atual. Revista Artigos. Com, v. 26, p. e6262-e6262, 2021. Available online at <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/6262/4324>
- Da Silva Leite, L.; Reis, A. C. B. Modelo multicritério para avaliação de ciclo de vida de ativos de TI. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 16181-16211, 2021. Available online at <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/24803>
- De Negri, F. Novos caminhos para a inovação no Brasil. 2018.
- Dos Santos, Y. V. Projeto de práticas sustentáveis de ti verde: estudo de caso no cns. Revista Expressão Científica (REC), v. 4, n. 2, p. 43-52, 2019. Available online at <https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/index.php/REC/article/view/492>
- Fraguas, T.; Gonzalez, C. E. F. O lixo eletrônico no contexto da Educação Ambiental, seu histórico e suas consequências. Revista Cocar, v. 14, n. 30, 2020. Available online at <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3286>
- Garg, C. P. Modeling the e-waste mitigation strategies using Grey-theory and DEMATEL framework. Journal of Cleaner Production, v. 281, p. 124035, 2021. Available online at <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620340804>
- Irfi, G. D. et al. Convergência do consumo de energia elétrica residencial per capita entre os estados do Brasil. Ensaios FEE, v. 38, n. 2, p. 357-380, 2017. Available online at <https://revistas.dee.sp.gov.br/index.php/ensaios/article/view/3775>
- Moura, T. M. Análise da implementação de práticas de TI verde em um instituto federal de educação, ciência e tecnologia. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Available online at <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28364>
- Namdeo Bhor, H.; Masurkar, M.; Laijwala, V. Survey of Green Initiative in Information Technology. In: 2nd International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST). 2019. Available online at [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3372991](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3372991)
- Ojo, A. O.; Raman, M.; Downe, A. G. Toward green computing practices: A Malaysian study of green belief and attitude among Information Technology professionals. Journal of Cleaner Production, v. 224, p. 246-255, 2019. Available online at <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619309461>

- Oliveira, M. F. de. Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão, 2011. Available online at [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual\\_de\\_metodologia\\_cientifica\\_-\\_Prof\\_Maxwell.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf)
- Penha, M. Adoção de práticas de TI verde em procedimentos da polícia militar do estado de São Paulo. 2017. 99 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade) - Universidade Nove de Julho, São Paulo. Available online at <http://bibliotecade.uninove.br/handle/tede/1967#preview-link0>
- Porto, W. S. et al. Gestão do descarte de resíduos eletroeletrônicos com foco na TI Verde. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*, v. 7, n. 2, p. 47-68, 2019. Available online at <http://revistas.unama.br/index.php/aos/article/view/907>
- Sabóia, A. L. et al. Informática e resíduos eletrônicos: conexões por meio da educação ambiental no Ensino Médio. *Revista Brasileira do Ensino Médio*, v. 3, p. 18-31, 2020. Available online at <https://www.phprbraem.com.br/ojs/index.php/RBRAEM/article/view/50>
- Saha, B. Green computing: Current research trends. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, v. 6, n. 3, p. 467-469, 2018. Available online at [https://www.researchgate.net/profile/Biswajit-Saha-3/publication/325360535\\_Green\\_Computing\\_Current\\_Research\\_Trends/links/5b37051aaca2720785f8fc7a/Green-Computing-Current-Research-Trends.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Biswajit-Saha-3/publication/325360535_Green_Computing_Current_Research_Trends/links/5b37051aaca2720785f8fc7a/Green-Computing-Current-Research-Trends.pdf)
- Utyiama, D. M. da S.; PINTO, Victor Lucio Froes; AMORIM, Rainer Xavier de; PASSOS, Odette Mestrinho. Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre o Impacto da Computação no Meio Ambiente. *Anais do SNCT ICET/IFAM*, seção 7, apresentação 5, 2019. Available online at <https://sncticet.ufam.edu.br/2019/downloads/sessao7/sessao7-apresentacao5-artigo.pdf>
- San Martín, A. S.; Lunardi, G. L.; Dolci, D. B. Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação. *Revista de Tecnologia Aplicada*, v. 9, n. 3, p. 3-19, 2021. Available online at <http://cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/view/1550/732>
- Scrobot, N. C.; Mallet, I. C. Lixo eletrônico e economia circular: um breve estudo socioeconômico. *Anais do EVINCI-UniBrasil*, v. 5, n. 1, p. 345-345, 2019. Available online at <https://portaldeperiodicos.unibrazil.com.br/index.php/anaisvinci/article/view/4598>
- Tommasetti, R. et al. Tecnologia e Sistema de Informação Verde: Estudo Bibliométrico Internacional nas Ciências Sociais Aplicadas. In: VIII Congresso Nacional de Administração e Contabilidade-AdCont 2017. 2017. Available online at <http://adcont.net/index.php/adcont/AdCont2017/paper/view/2856>
- Zwicker, A. A.; Löbler, M. L. Heurística da Ancoragem e Ajustamento como Influenciadora da Intenção de Compra de Tecnologia da Informação Verde. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 12, n. 2, p. 39-54, 2018. Available online at [https://www.researchgate.net/profile/Ana-Zwicker/publication/326333839\\_HEURISTICA\\_DA\\_ANCORAGEM\\_E\\_AJUSTAMENTO\\_COMO\\_INFLUENCIADORA\\_DA\\_INTENCAO\\_DE\\_COMPRA\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DA\\_INFORMACAO\\_VERDE/links/5b55f255a6fdcc8dae3fa0c2/HEURISTICA-DA-ANCORAGEM-E-AJUSTAMENTO-COMO-INFLUENCIADORA-DA-INTENCAO-DE-COMPRA-DE-TECNOLOGIA-DA-INFORMACAO-VERDE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ana-Zwicker/publication/326333839_HEURISTICA_DA_ANCORAGEM_E_AJUSTAMENTO_COMO_INFLUENCIADORA_DA_INTENCAO_DE_COMPRA_DE_TECNOLOGIA_DA_INFORMACAO_VERDE/links/5b55f255a6fdcc8dae3fa0c2/HEURISTICA-DA-ANCORAGEM-E-AJUSTAMENTO-COMO-INFLUENCIADORA-DA-INTENCAO-DE-COMPRA-DE-TECNOLOGIA-DA-INFORMACAO-VERDE.pdf)

\*\*\*\*\*