



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

LEONARDO ALVES COSTA

TI VERDE: CONCEITOS E RELATOS CIENTÍFICOS DA PRÁTICA (2020-2021)

**Colinas do Tocantins – Tocantins
2021**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

***CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO*
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

LEONARDO ALVES COSTA

TI VERDE: CONCEITOS E RELATOS CIENTÍFICOS DA PRÁTICA (2020-2021)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Colinas do Tocantins, como exigência à obtenção do grau de Licenciatura em Computação.

Orientador: Prof. Luciano de Jesus Gonçalves



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

Costa, Leonardo Alves

TI VERDE: CONCEITOS E RELATOS CIENTÍFICOS DA
PRÁTICA (2020-2021)

/ Leonardo Alves Costa. – Colinas do Tocantins - TO, 2021. 36f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em
Licenciatura em Computação) – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Colinas do
Tocantins*, 2021.

Orientador: Prof. Luciano de Jesus Gonçalves

1. Tecnologia da informação. 2. Sustentabilidade. 3. Meio
Ambiente. I. TI VERDE: CONCEITOS E RELATOS
CIENTÍFICOS DA PRÁTICA (2020-2021)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

Bloco de Assinatura 91917 - Sequencial 1



Seleccionar para Assinatura

TI VERDE: CONCEITOS E RELATOS CIENTÍFICOS DA PRÁTICA (2020-2021)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Graduação de Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Campus Colinas do Tocantins, como exigência à obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Orientador: Prof. Me. Luciano de Jesus Gonçalves.

Aprovado em: 21/12/2021

BANCA AVALIADORA

*Online, conforme Portaria 766/REI/IFTO, 2020.

Prof. Me. Luciano de Jesus Gonçalves (Orientador)
IFTO - Campus Colinas do Tocantins

*Online, conforme Portaria 766/REI/IFTO, 2020.

Profa. Ma. Sabrina Silva de Carvalho
IFTO - Campus Porto Nacional

*Online, conforme Portaria 766/REI/IFTO, 2020.

Prof. Me. Luís Alberto Libâneo Lima
IFTO - Campus Colinas do Tocantins



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

Bloco de Assinatura 91917 - Sequencial 1



Selecionar para Assinatura



Documento assinado eletronicamente por **Luciano de Jesus Goncalves, Servidor**, em 28/12/2021, às 11:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luis Alberto Libânio Lima, Servidor**, em 04/01/2022, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sabrina Silva de Carvalho, Servidora**, em 04/01/2022, às 12:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1489604** e o código CRC **919D9630**.

AV. Bernardo Sayão, Chácara Raio de Sol, lote 29B – CEP 77.760-000 Colinas do Tocantins/TO – (63)99972-2908
portal.ifto.edu.br – reitoria@ifto.edu.br

Referência: Processo nº 23725.017602/2021-69

SEI nº 1489604

Criado por 1026116, versão 7 por 1026116 em 28/12/2021 11:51:35.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por está concluindo este ciclo no IFTO e ter chegado com saúde até o final.

Ao meu orientador, prof. Luciano de Jesus Gonçalves, por toda ajuda, orientação e paciência.

Aos professores Luís Alberto Libânio Lima e Sabrina Silva de Carvalho, membros da banca de defesa, pela generosidade em contribuir com a realização desse trabalho.

Agradeço aos professores do curso, pela paciência e dedicação nesses anos de IFTO.

À minha família, em especial à minha mãe, pelo apoio e ajuda incondicional durante este período.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer no curso de Licenciatura em Computação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

O impasse é claro: a humanidade não consegue mais viver sem a TI, mas também não pode conviver com práticas tão pouco sustentáveis.

(JAYO E VALENTE, 2010, p. 56)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

RESUMO

Sustentabilidade ambiental e práticas ecologicamente corretas têm sido assuntos de debate nos últimos anos, e os principais motivos que justificam essa tendência são o esgotamento de recursos naturais e a poluição. Desde a fabricação do primeiro computador, nos idos de 1946, a tecnologia veio ganhando espaço e se popularizando na sociedade. Mais especificamente entre 2010 e 2020, pela facilidade de aquisição, o computador se tornou essencial e um fator decisivo em aumento de produtividade. A área tecnológica não é diferente, visto que está em fase crescente e constante de avanços. Bastante benéfico em vários aspectos da vida humana, em contrapartida, o avanço da tecnologia contribui para a emissão de CO₂ (gás dióxido de carbono), um gás de efeito estufa, e para a produção de lixo eletrônico que contém materiais tóxicos para as diversidades biológicas. Com objetivo de minimizar esses estragos ao meio ambiente, uma nova contramedida surgiu chamada de TI Verde (Tecnologia da Informação Verde), no intuito de reduzir ações danosas e, conseqüentemente, impactos negativos sobre a natureza. O presente trabalho, por meio de pesquisa bibliográfica, visa identificar os conceitos e as vantagens da tecnologia sustentável, conscientizar usuários, além de estimular sua aplicabilidade gradativa, no intuito de debater práticas de otimização dos recursos tecnológicos, considerados vitais para as gerações presentes e futuras. Ao conjunto de referências teóricas, junta-se à discussão a pesquisa da abordagem dos tópicos da TI Verde em artigos acadêmicos (2020-2021). Com as discussões dos trabalhos teóricos e dos acadêmicos/científicos, aponta-se uma onda crescente da defesa da TI Verde aplicada ao cotidiano, no mercado de trabalho, e, mesmo que em menor destaque, na formação do profissional da computação, o que, espera-se, resultará na melhoria da qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, da vida em sociedade.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação. Sustentabilidade. Meio Ambiente.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

ABSTRACT

Environmental sustainability and environmentally friendly practices have been issues of debate in recent years, and the main reasons justifying this trend are the depletion of natural resources and pollution. Since the manufacture of the first computer, in the years of 1946, technology has gained space and become popular in society. More specifically between 2010 and 2020, due to the ease of acquisition, the computer became essential and a decisive factor in increasing productivity. The technological area is no different, since it is in a growing and constant phase of advances. Quite beneficial in many aspects of human life, on the other hand, the advancement of technology contributes to the emission of CO₂ (carbon dioxide gas), a greenhouse gas, and to the production of electronic waste that contain materials toxic to biological diversities. In order to minimize this damage to the environment, a new countermeasure emerged called Green IT (Green Information Technology), in order to reduce harmful actions and, consequently, negative impacts on nature. The present work, through bibliographic research, aims to identify the concepts and advantages of sustainable technology, to raise users' awareness, and to stimulate its gradual applicability, in order to discuss practices of optimization of technological resources, considered vital for present and future generations. The set of theoretical references is added to the discussion the research of the approach of green IT topics in academic articles (2020-2021). With the discussions of theoretical and academic/scientific works, we point to a growing wave of the defense of Green IT applied to daily life, in the labor market, and, even if to a lesser extent, in the training of the computer professional, which, it is expected, will result in the improvement of the quality of the environment and, consequently, of life in society.

Keywords: Information Technology. Sustainability. Environment.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Consumo de eletricidade em um centro de TI.....	20
Figura 2: Vertentes da TI Verde.....	23
Figura 3: Ilustração da logística reversa.....	24



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos tóxicos presentes em equipamentos eletrônicos.....	16
Tabela 2 - Potenciais riscos à saúde humana devido aos elementos tóxicos.....	17
Tabela 3 - Certificações Verdes.....	26
Tabela 4 - Artigos sobre TI Verde entre o período de 2020 – 2021.....	27



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS – TO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. LIXO ELETRÔNICO	16
3. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA	20
4. TI VERDE	22
4.1 Tipos de TI Verde para Implementação	22
4.2 Logística Reversa	24
4.3 Uso de Energia Limpa	26
4.4 Certificado Verde	27
5. ABORDAGENS DE TI VERDE EM ARTIGOS ACADÊMICOS (2020 - 2021)	28
6. CONCLUSÃO	33
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

Tecnologia da informação (TI) trata-se de *hardware*, *software*, comunicação, *peopleware*, banco de dados e todas as ferramentas usadas para processar os dados, seja para organização privada ou pública. “As últimas cinco décadas foram marcadas por uma escalada crescente no uso de TI em todas as esferas da atividade humana em um processo que se iniciou na década de 1960” (JAYO; VALENTE, 2010, p. 54). Com esse constante crescimento, novos aparelhos eletrônicos foram produzidos e lançados ao mercado, porém, com isso, surge um problema: quanto mais equipamentos são lançados, maior é o descarte dessas máquinas que não serão usadas posteriormente.

Pereira e Lima argumentam:

Essa modernização dos equipamentos tem grande apelo junto aos jovens que buscam se inserirem numa sociedade de transformações permanentes. Mas não somente os jovens são potenciais consumidores das novas tecnologias. (PEREIRA; LIMA, 2015, p. 55).

E, com essas novas ferramentas tecnológicas, progressivamente, mais acessíveis e presentes no cotidiano das pessoas, gera um grande consumo, que acarreta uma enorme produção de lixo eletrônico e gasto de energia elétrica. Desse modo, a “[...] TI Verde refere-se ao estudo e prática de projetar, fabricar e usar o computador hardware, software e sistemas de comunicação de forma eficiente e efetivamente com nenhum ou mínimo impacto no meio ambiente” (MURUGESAN, 2010, p. 4, tradução nossa)¹.

Sendo assim, a TI Verde - ou do inglês *green IT*, é um conjunto de estratégias para otimizar e diminuir o impacto negativo que o uso da tecnologia tem no meio ambiente. “Dentre os assuntos abordados na TI Verde, está a importância do gerenciamento e utilização da TI sustentável, conceituada como a forma que uma empresa gerencia seus ativos na área de TI” (GIORDANO; PONTES, 2015, p. 120).

Nesse sentido, “[...] estes impactos abriram a mente da sociedade para a necessidade de se pensar em um mundo melhor hoje e no futuro, de forma a garantir a manutenção da vida e seu bem-estar” (ADORNO; FERNANDES, 2018, p. 279). Com

¹ No original: “Green IT, also known as Green Computing, refers to the study and practice of designing, manufacturing, and using computer hardware, software, and communication systems efficiently and effectively with no or minimal impact on the environment” (MURUGESAN, 2010, p. 4).

o objetivo principal da TI Verde, o foco é amenizar os danos que esses periféricos eletrônicos ocasionam no meio ambiente.

Lunardi *et al.* afirmam que:

As questões envolvendo os problemas ambientais tornaram-se uma grande preocupação mundial nos últimos anos. E mesmo que a área de Tecnologia da Informação (TI) tenha contribuído bastante para a construção desse panorama, cada vez mais, diretores e gerentes de TI têm se mostrado preocupados com o impacto ambiental proporcionado pela TI. (LUNARDI *et al.* 2011, p. 159).

Os efeitos drásticos, referentes ao ciclo de vida útil dos eletrônicos, tomaram proporção global. No Brasil, não é diferente do restante do mundo, principalmente, nas classes sociais menos favorecidas, nitidamente visível a sua vulnerabilidade diante da exposição de resíduos.

Portanto, o objetivo da TI Verde não é eliminar a tecnologia, e sim minimizar seus danos causados no meio ambiente, reutilizando a matéria prima que for possível, uso consciente para não gastar mais energia que o necessário e investindo em equipamentos com maior vida útil e eficiência energética. “Este desafio aparece na prática de projetar, produzir e utilizar computadores, servidores, softwares e demais periféricos de forma eficiente e eficaz para minimizar os danos ambientais” (ARDONO; FERNANDES, 2018, p. 277).

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica, fundamentado em exploração teórica, por meio de dados e materiais acadêmicos publicados, examinando as informações contidas nos mesmos, com destaque para os problemas causados pela tecnologia da informação e ênfase nos benefícios de se adotar TI Verde bem como suas práticas. Para análise, o referido trabalho pauta-se em artigos, notícias, pesquisas, entre outros, relacionados ao determinado tema, utilizando a ferramenta de bancos de dados, a exemplo do Google e Google Acadêmico (2010-2021).

Assim tendo acesso a uma ampla fonte de dados online que foram obtidos e desenvolvidos por outros autores, contendo informações vitais sobre a temática escolhida.

Segundo Pizzani *et al.*:

Entende-se por pesquisa bibliográfica a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico. Essa revisão é o que chamamos de levantamento bibliográfico ou revisão bibliográfica, a qual pode ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes. (PIZZANI *et al.* 2012, p. 54).

O trabalho monográfico aborda principalmente os impactos provocados pela tecnologia da informação ao meio ambiente, devido ao consumo excessivo de eletricidade. Explana, também, uma das formas da emissão de gases de efeito estufa e do descarte inadequado de lixo eletrônico que contêm materiais tóxicos, provocados por este excesso, que prejudica o ecossistema e seres humanos.

Uma das motivações primordiais para construção do presente trabalho, originou-se dos maus hábitos na rotina dos acadêmicos do IFTO entremente as aulas de laboratório de informática, entre eles, deixar o computador ligado, sem se importarem no mínimo, em colocar o monitor no modo de *stand-by*.

Nesse contexto, o objetivo geral da monografia é discutir os problemas que a TI (tecnologia informação) causam ao meio ambiente, demonstrando que a TI Verde, como campo específico, não é um corte de gasto, mas uma forma sustentável de se acompanhar a evolução tecnológica, tirando o máximo proveito dos recursos tecnológicos de forma ecoeficiente. No plano global, o trabalho aborda as práticas e ações de TI Verde em prol de uma tecnologia renovável e sustentável, por meio da identificação das vantagens, da descrição da implementação de equipamentos com eficiência energética, de fontes de energia limpa e diminuição do e-lixo, o que mantém a eficiência, sem alterar o nível de produtividade, e minimiza os danos ao meio ambiente.

Como objetivos específicos, o trabalho pretende definir os conceitos tecnologia da informação, Tecnologia da Informação Verde, de lixo eletrônico e consumo de energia; especificar as vantagens da TI Verde; verificar as abordagens da TI Verde em trabalhos acadêmicos (2020-2021); e, por fim, defender a importância e as vantagens da aplicabilidade das práticas sustentáveis na área de TI. Ao fim dessa jornada investigativa, pretende-se responder tópicos sobre o uso da TI, mas com o diferencial das práticas da TI Verde, que minimizam os danos ao meio ambiente ocasionados pelo uso diário destes equipamentos.

O atual trabalho, embasado na identificação de dois principais problemas, foi estruturado em capítulos, sendo em ordem sucessiva, após a parte introdutória, um

capítulo dedicado às discussões sobre “LIXO ELETRÔNICO”; em seguida, encaminha-se a discussão para os tópicos sobre “TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA”, posteriormente, à análise de ações ecologicamente sustentáveis e da importância do certificado verde para empresas que se preocupam com o impacto ambiental ocasionado por produção, definiu-se todo um capítulo sobre “TI VERDE”, bem como algumas discussões que surgem do tema, a exemplo dos “Tipos de TI Verde para implementação”, “Logística Reversa”, “Uso de Energia Limpa” e, como resultado desses processos, o “Certificado Verde”. No último capítulo teórico, tem-se como objeto de estudo o levantamento de dados referentes ao tratamento da TI Verde no mundo acadêmico nos últimos dois anos, a saber: “ABORDAGENS DE TI VERDE EM ARTIGOS ACADÊMICOS (2020-2021)”. Aqui, o alvo foi, apenas, as publicações em português.

A respeito da investigação dos temas abordados em trabalhos acadêmicos, os artigos foram selecionados de forma que trariam um enriquecimento teórico para os leitores, ou seja, eles contêm informações adicionais que expandem e apresentam o uso de TI Verde em diversos setores, para além do levantamento teórico realizado nos capítulos dois, três e quatro. Para tanto, selecionou-se a partir do banco de dados do Google Acadêmico, e tendo em vista páginas de resultados para cada descritor, quinze artigos contemplados em três grupos de descritores, TI Verde, Lixo Eletrônico e Emissão de CO₂. As ocorrências encontradas foram sinalizadas em mais três categorizações, Aplicabilidade, que trata dos meios de emprego dos recursos já utilizados em TI, Empresa, que enfocam as vantagens da TI Verde em corporações, e, por fim, a Formação em TI, onde dois artigos abordam questões referentes à formação do profissional em TI e o viés da TI Verde. Os quatro capítulos teóricos são seguidos das considerações finais e do conjunto de referências que embasou esta investigação.

2. LIXO ELETRÔNICO

Ao longo dos anos, a tecnologia da informação (TI), em constante crescente, se tornou muito acessível à população. Com as campanhas de *marketing* divulgando novidades tecnológicas, aponta-se um consumo impulsivo e exagerado. “Esse acelerado avanço traz a modernização dos desktops, que passam a ser cada vez mais eficientes e menores, e com isso sua vida útil é reduzida” (PEREIRA; LIMA, 2015 p. 5). Todos os dias, são fabricados e lançados ao mercado novos aparelhos eletrônicos. Como nada é para sempre, vários equipamentos não têm uma vida útil longa, então se torna necessária a substituição do equipamento que não atende as necessidades do dia a dia, além da troca de aparelho impulsionada por uma propaganda. Ou seja: “Incentivados pelo capitalismo e diante de tantas e tantas propagandas que motivam o consumo exagerado, a população tornou-se consumista, mesmo sem necessidade” (MOI *et al.* 2012 p. 2).

E, com essa popularidade da tecnologia, onde novas vão sendo compradas, as velhas são jogadas fora, surgindo então o problema do e-lixo (lixo eletrônico), o descarte por muitas vezes é incorreto, seja por falta de recolhimento especializado ou pela ausência de interesse do indivíduo em despachar corretamente o resíduo eletrônico.

Segundo Celinski *et al.*:

Os problemas relacionados ao lixo eletrônico constituem-se em mais um desafio a ser enfrentado pelo homem na atualidade. A quantidade de lixo cresce proporcionalmente à melhora da qualidade de vida do ser humano, o qual passa a adquirir bens de consumo em uma velocidade maior. Ao mesmo tempo em que isso ocorre, a oferta de novos produtos também se acelera, causando uma cada vez mais rápida obsolescência dos eletroeletrônicos. (CELINSKI *et al.* 2013. p. 1).

De acordo com os dados levantado pelo *The Global E-waste monitor 2020*, em 2019, o mundo bateu recorde na produção de resíduos eletrônicos, cerca de 53,6 milhões de toneladas, um aumento de 21% em relação aos últimos cinco anos, e, se nada for feito, a previsão é que esses números cheguem em 74 milhões de toneladas até 2030. Segundo Greeneletron, os cinco primeiros países mais poluentes (1º China, 2º Estados Unidos, 3º Índia, 4º Japão e 5º Brasil) produziram mais de 24 milhões de e-lixo (lixo eletrônico). Um dado bem alarmante, desses, apenas 17,4%

desses resíduos eletrônicos foram coletados e reciclados, piorando em demasia a situação.

O lixo eletrônico, dotado de muitos materiais tóxicos ou metais pesados, é nocivo tanto para o meio ambiente quanto para saúde humana e com isso manifesta-se uma incógnita a respeito de sua destinação final. De acordo com Jayo e Valente (2010), o descarte é complicado, caso não seja realizado por mãos competentes. Lançados ao ecossistema, esses produtos podem causar danos ao solo, lençóis freáticos; reciclados, estes elementos podem oferecer riscos à humanidade.

A tabela 1: Elementos tóxicos presentes em equipamentos eletrônicos.

ELEMENTOS TÓXICOS PRESENTES	
Elementos tóxicos	Origem
Alumínio	O alumínio está presente em condutores elétricos, tubo de raios catódicos de monitores de computadores, placas de circuito impresso, além de outros equipamentos.
Arsênio	O arsênio é encontrado nos circuitos integrados de celulares e computadores.
Berílio	É encontrado em computadores e celulares.
Cádmio	O cádmio é usado em computadores, televisores e bateria de laptops.
Chumbo	O chumbo pode ser encontrado em computadores, celulares e televisores.
Mercúrio	O mercúrio é utilizado para a fabricação de televisores, computadores, monitores e lâmpadas fluorescentes.
Selênio	O selênio está presente nas placas de circuito impresso.

Fonte: Gshow, 2020 (adaptado).

Na tabela 1, é possível observar alguns dos principais materiais tóxicos. Com esses dados, nota-se a presença desses elementos no cotidiano das pessoas, seja em celular, computador, tablet, televisão etc. “São muitos os efeitos gerados pelo contato direto ou indireto com os metais pesados, que podem causar danos a toda e qualquer atividade biológica” (PEREIRA; LIMA, 2015, p. 57). Esses efeitos de intoxicação são por inalação, ingestão, exposição corporal etc.

Tabela 2: Potenciais riscos à saúde humana devido aos elementos tóxicos.

ELEMENTOS TÓXICOS E RISCOS À SAÚDE	
Elementos tóxicos	Riscos e sintomas
Alumínio	<p>Intoxicação aguda: Obnubilação, coma, convulsões.</p> <p>Intoxicação crônica: Perturbação intermitentes da fala (gagueira), disfunções neurológicas que impedem movimentos coordenados, espasmos mioclônicos, convulsões, alterações de personalidade, demência global.</p> <p>Cancerígeno na bexiga, pulmão.</p>
Arsênio	<p>Intoxicação aguda: dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular, fraqueza, dormência e formigamento das extremidades, câimbras e pápula eritematosa.</p> <p>Intoxicação crônica: lesões dérmicas, como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica.</p> <p>Cancerígeno para pele, pulmão, bexiga e rins.</p>
Berílio	<p>Intoxicação aguda: calafrios, febre, tosse dolorosa e acúmulo de fluidos nos pulmões, podendo levar à morte.</p> <p>Intoxicação crônica: Berliose ou granulomatose pulmonar crônica, lesões pulmonares.</p> <p>Cancerígeno no pulmão.</p>
Cádmio	<p>Intoxicação aguda: náusea, vômito, icterícia, febre, diarreia, cianose e dispneia.</p> <p>Intoxicação crônica: distúrbios gastrintestinais, gengivo estomatite ulcerativa, fraqueza geral, perda do apetite, dermatites e danos renais.</p>
Chumbo	<p>Intoxicação aguda: fraqueza, irritabilidade, astenia, náusea, dor abdominal com constipação e anemia.</p> <p>Intoxicação crônica: perda de apetite, perda de peso, apatia, irritabilidade, anemia, danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos.</p> <p>Cancerígeno para rins e sistema nervoso.</p>

Mercúrio	<p>Intoxicação aguda: Aspecto cinza escuro na boca e faringe, dor intensa, vômitos, sangramento nas gengivas, sabor amargo na boca, ardência no aparelho digestivo, diarreia grave ou sanguinolenta, inflamação na boca queda ou afrouxamento dos dentes, glossite, tumefação da mucosa grave, necrose nos rins, problemas hepáticos graves, pode causar morte rápida (1 ou 2 dias).</p> <p>Intoxicação crônica: Transtornos digestivos e nervosos, caquexia, estomatite, salivação, mau hálito, anemia, hipertensão, afrouxamento dos dentes, problemas no sistema nervoso central, transtornos renais leves, possibilidades de alteração cromossômica.</p> <p>Cancerígeno no sistema: os compostos de metil mercúrio são classificados como possível carcinogênico, mas o mercúrio metálico e os compostos inorgânicos de mercúrio não são classificados como carcinogênicos.</p>
Selênio	<p>Intoxicação aguda: anorexia, dispneia intensa, corrimento nasal espumoso, cianose, tremor, hipertermia, cegueira, taquicardia, arritmias cardíacas, ataxia e exaustão, edema pulmonar, cardíaco e hidrotórax (líquido no pulmão) pálido.</p> <p>Intoxicação crônica: Cegueira ou descoordenação, alcalose metabólica.</p> <p>Não cancerígeno.</p>

Fonte: Ecycle, 2013, (adaptado).

A tabela 2 apresenta os riscos e sintomas dessas substâncias à vida humana quando expostas, sendo um grande perigo à saúde, podendo acarretar doenças agudas, crônicas e até fatais. Esses dados reforçam a importância do uso sustentável da tecnologia bem como dos seus derivados.

3. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA

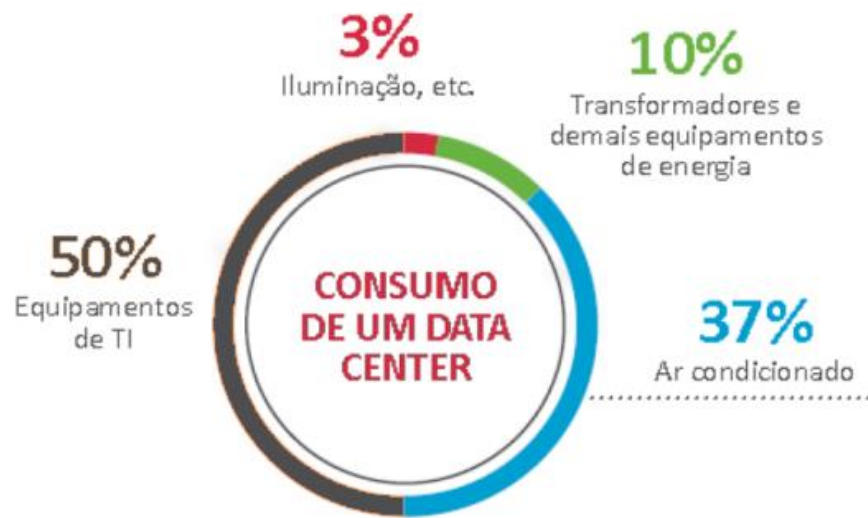
Outro problema relacionado à TI é o CO₂ (dióxido de carbono), a questão em si, está nos aparelhos enquanto estão em funcionamento e consumindo energia, é nesse processo que ocorre a liberação de gás de efeito estufa. Mesmo com os contínuos avanços tecnológicos, as inovações, mais compactas e rápidas, ainda dependem do uso de eletricidade, imprescindível para o funcionamento desses equipamentos.

O uso exorbitante de energia elétrica está relacionado à distribuição entre iluminação, equipamentos de resfriamentos, *data centers*, computadores etc. Isso tudo ocasiona uma cascata de causa e efeito, exemplo, onde lâmpadas e computadores estão sendo utilizadas em um único ambiente, será necessário que o sistema de resfriamento esteja ligado para evitar o aquecimento.

A produção e emissão de gases de efeito estufa, com ênfase no CO₂ (dióxido de carbono), atribuído a este alto consumo, também acarreta transtornos diversos. De acordo com Jayo e Valente (2010, p. 55), a TI é responsável, hoje, por cerca de 2% das emissões de CO₂, disputando com o setor aéreo o posto de indústria mais emissora do mundo. Contudo, nem todos os gases gerados na tecnologia da informação são do uso diário dessas máquinas, 25% provêm da fabricação de computadores e outros equipamentos. “Do CO₂ com origem em TI, no entanto, apenas 25% são gerados na produção de computadores e demais equipamentos; 75% resultam da energia gasta na sua utilização” (JAYO; VALENTE, 2010, p. 55).

Jayo e Valente (2010, p. 56) apontam que maior consumo são *data centers*, pois precisam estar ligados 24 horas/365 dias por ano, logo, os aparelhos refrigeradores também, caso contrário, danos irreparáveis podem ocorrer, gerando inúmeros prejuízos para empresas. De toda energia utilizada, 50% a 60% ficam somente no sistema de refrigeração. Se for considerado somente o uso individual de cada máquina, a utilização de eletricidade pode ser relativamente baixa, porém, colocando todos os eletrônicos, o consumo é superabundante, impactando negativamente o meio ambiente.

Figura 1: Consumo de eletricidade em um centro de TI.



Fonte: Siqueira (2020).

A Figura 1 mostra a distribuição dos gastos de eletricidade em uma empresa, na qual percentual de 50% fica nos equipamentos da TI, local do *data center*, que acontece todo o processamento de informação.

4. TI VERDE

A preocupação na preservação do meio ambiente e o esgotamento de recursos naturais é um assunto que vem sendo bastante pautado nos últimos anos, principalmente por órgãos que incentivam conservação do ecossistema. A TI é extremamente vital no cotidiano, por isso, o ser humano não consegue viver sem essa tecnologia, o que torna a mesma uma das causadoras de danos ambientais. “Tal conceito foi criado por empresas de tecnologia com o objetivo de aliar os recursos disponíveis a políticas de sustentabilidade e economia dentro das organizações” (LUNARDI *et al.*, 2011, p. 160). Assim, pode-se dizer que a Tecnologia Verde atua como medidas ecologicamente corretas para se reduzir os impactos desfavoráveis, sem comprometer a eficiência e praticidade dos equipamentos tecnológicos.

Algumas das práticas da TI Verde são: abdicação de elementos químicos e tóxicos na produção dos equipamentos; absentismo de metais pesados na fabricação dos equipamentos da TI; descarte correto do e-lixo; diminuição do uso de eletricidades; manipulação de matéria prima que possa ser reutilizada e reciclada; e, por fim, utilização de energia limpa.

Lunardi *et al.* alegam que:

Essa situação tem feito com que diferentes práticas venham sendo adotadas de modo a reduzir o desperdício e aumentar a eficiência dos processos relacionados à operação dos computadores, sendo comumente referidas pelos praticantes da área como iniciativas de TI Verde. (LUNARD *et al.* 2011, p. 159).

Dessa forma, essa iniciativa vem para apaziguar o efeito negativo da TI sem alterar o rendimento, salvo que deve começar com orientações sobre não deixar aparelhos ligados sem necessidade e fazer um descarte correto dos resíduos eletrônico, por isso é necessária uma conscientização, para evitar o desperdício e maximizar a eficiência.

4.1 Tipos de TI Verde para Implementação

Como a TI Verde busca implementar uma forma sustentável sem diminuir o desempenho, existem algumas práticas divididas em três níveis para implementação

em uma empresa: TI Verde incrementação tática, TI Verde estratégico e *Deep IT* (TI Verde a fundo).

A **TI Verde de incrementação tática** não é necessariamente uma mudança na infraestrutura. Esse primeiro nível parte da conscientização e controle no uso de eletricidade. Nesse caso, não é preciso nenhum custo, por isso técnica apresenta somente benefícios. Ou seja, trata-se de uma medida atrativa para empresas que buscam diminuir a conta de energia elétrica sem nenhum custo.

A etapa da **TI Verde estratégica** demanda uma análise do quão prejudicial será a infraestrutura e a tecnologia da organização. Desse modo, será observada a necessidade de alteração da estrutura estrategicamente, para que ocorra o descarte correto de resíduos e a redução do consumo de recursos. Entretanto, tal plano deve ser traçado e executado com toda equipe de TI para implementar as medidas na produção e utilização das tecnologias.

A ***Deep IT* (TI Verde a fundo)** trata da junção dos dois primeiros níveis, se faz necessário observar os custos, em virtude da exigência de alteração na infraestrutura, nos equipamentos e na padronização de alguns processos para evitar desperdícios. O maior exemplo desse processo, até o momento, é o Google, que investiu em seus *data centers* verdes, optando por energia limpa, ambiente projetado para facilitar a dissipação de calor e construção de seus *data centers* em locais mais frios, podendo, portanto, usufruir do clima para ajudar na refrigeração dos servidores. “Google: pratica ações que incluem desde o planejamento de seu DataCenter à locomoção dos funcionários com veículos híbridos e consumo de energia alternativa como a solar”. (NUNES *et al.*, 2010, p. 3).

Figura 2: Vertentes da TI Verde.



Fonte: Zeferino, Nuno (2017).

Apesar de alguns tipos de TI Verde requererem custos para implementação, eles apresentam retorno, como a redução nos gastos nos diversos aspectos relacionados, sem prejudicar o desempenho, pois o processamento de dados continuará o mesmo, porém, menos prejudicial ao meio ambiente.

4.2 Logística Reversa

A fabricação de equipamentos eletrônicos diversos e distribuição aos consumidores acarreta problemas já citados anteriormente. No intuito de amenizar essas constantes, a logística reversa promove o retorno dos resíduos eletrônicos para seus fabricantes, objetivando a reutilização e reciclagem, desses aparelhos ao se tornarem obsoletos, afim de recuperá-los ou descartá-los corretamente.

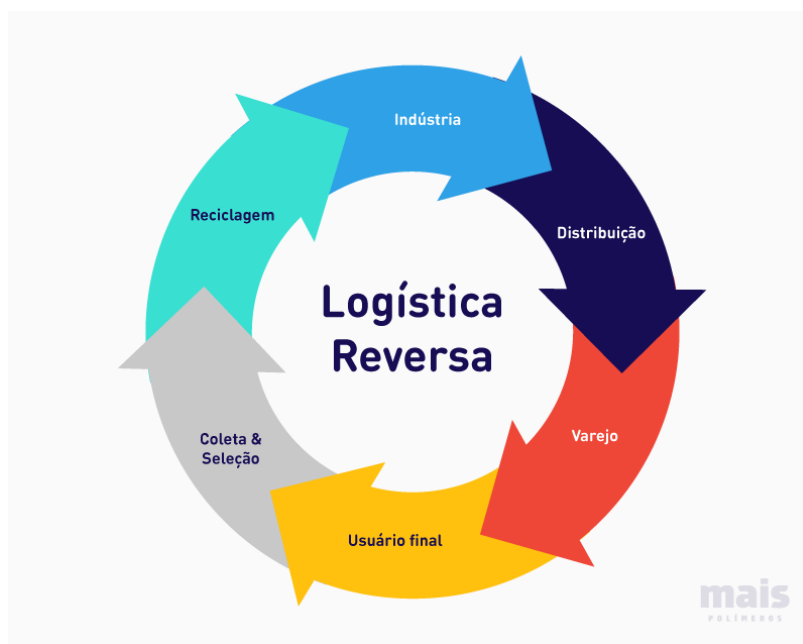
Delvaz e Bovério ressaltam que:

É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado pelo consumidor poderão

retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima ou reaproveitado como componente. (DELVAZ; BOVÉRIO, 2017, p. 128).

Considerando o reaproveitamento de insumos, esta é uma estratégia de relevante eficiência para evitar o destino indevido dos resíduos eletrônicos, minimizando a poluição e o esgotamento de recursos naturais. O ciclo abaixo revela o funcionamento e vantagens da logística reversa:

Figura 3: Ilustração da logística reversa.



Fonte: Mais Polímeros (2019).

Na Figura 3, nota-se um laço de repetição, demonstrando a importância da logística reversa, tecnologia partindo do fabricante para o consumidor e quando finda sua utilidade, retorna ao seu local de origem para ser desmanchada e reaproveitada, transformando o obsoleto descartado de forma incorreta, em matéria prima para a fabricação de novos aparelhos.

- **Indústria:** o início do ciclo, o produto é fabricado e testado;
- **Distribuição:** nesta etapa o produto é distribuído para o mercado;
- **Varejo:** lojas de venda de equipamentos aos consumidores;
- **Usuário final:** quem adquiriu o produto e o utiliza até o fim da vida útil;

- **Coleta e seleção:** coleta correta e seleção de todo o material que poderá ser reaproveitado;
- **Reciclagem:** utilização do material reaproveitado na fabricação de novos equipamentos.

De acordo com a Mais Polímeros (2019), é essencial atentar à vida útil do dispositivo para que logística reversa funcione, além da sustentabilidade, poupa gastos, gerando economia. Desse modo, cada vez mais empresas investem progressivamente em materiais resistentes, que serão devolvidos para reaproveitamento inteira ou parcialmente, resistindo a vários processos de reuso.

4.3 Uso de Energia Limpa

Energia limpa é aquela que não afeta inadequadamente o meio ambiente, ou seja, é renovável e, quando gerada, não é poluente. Ainda que a eletricidade fornecida pelas hidrelétricas seja uma fonte renovável, é prejudicial, porquanto esse processo emite gases de efeito estufa. Como aponta o Ecycle, emissão de CO₂ (gás carbônico) acontece pelas árvores que flutuam sobre a água e entram em estado de decomposição, outro gás também presente é o metano (CH₄), liberado pela matéria orgânica presente no fundo do reservatório.

Santana *et al.* afirmam que:

A utilização dessas energias alternativas renováveis em substituição aos combustíveis fósseis é viável e vantajosa. Além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis podem apresentar impacto ambiental muito baixo, sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta. (SANTANA *et al.*, 2020, p. 101).

Já que a TI é uma das causadoras das emissões de gás de efeitos estufa, nada mais correto que usufruir de uma fonte limpa de energia, mesmo que não seja possível implementá-la 100%, usá-la já é uma forma de cooperar para conservação ambiental, além da redução do valor de contas pagas mensalmente de eletricidade, o que vai ao encontro com objetivo da TI Verde, na busca de conter a emissão de gases poluentes, desenvolvendo práticas de proteção à natureza.

4.4 Certificado Verde

O Certificado Verde é uma forma de incentivar a sustentabilidade em empresas. Quando elas adquirem o selo verde, significa que suas práticas são menos prejudiciais ao meio ambiente. Esse certificado é dado para organizações que investem na redução do consumo de eletricidade e resíduos eletrônicos. Ao consumidor, uma forma de apoiar essas atitudes industriais é utilizar seus produtos e serviços, já que estão tentando diminuir as sequelas adversas de suas ações e melhorar a qualidade de vida.

Existem alguns tipos de Certificação Verde atribuídos a cada medida adotada, como redução do uso de energia, descarte correto do resíduos eletrônicos, produtos com eficiência energética, quantidade mínima de material tóxico etc.

Tabela 3: Certificações Verdes.

Selo Verde	Concedido àqueles produtos que em comparação aos concorrentes mostra um menor consumo de eletricidade ou pouco material tóxico.
ISO 14001:	Exige uma padronização nos processos de boas práticas ecológicas, um sistema de gestão ambiental, para análise dos impactos da corporação e desenvolvimento de contramedidas.
ISO 14004:	Conjunto de regras para implementar ou melhorar o SGA (sistema de gestão ambiental.)
PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica):	Um selo bastante conhecido entre os brasileiros durante suas compras de eletrodomésticos, produtos que têm o mesmo significa uma alta eficiência energia.
RoHS:	<i>Restriction of Certain Hazardous Substances</i> (Restrição de certas substâncias perigosas), uma legislação europeia, visa reduzir os compostos tóxicos presentes em <i>smartphones</i> , carregadores, computadores etc.

Fonte: Nunes *et al.* (2012).

A posse de uma certificação em TI Verde pode ser utilizada como meio de divulgação de produtos e serviços de grandes e pequenas empresas. Com a tendência de preocupação crescente com o meio ambiente, tais diferentes resultam, no mínimo, em uma boa impressão diante do público consumidor.

5. ABORDAGENS DE TI VERDE EM ARTIGOS ACADÊMICOS (2020 - 2021)

A fim de exaltar a importância da temática, a tabela abaixo traz um levantamento de dados, criada a partir de artigos já publicados de forma virtual, no intuito de expandir as informações teóricas já apresentadas. Essa também é uma forma de incentivar acadêmicos a pesquisarem sobre o assunto e fornecer de antemão um material de apoio para aqueles que desejaram discorrer sobre práticas mais sustentáveis na tecnologia da informação. Ressalta-se, ainda, que o presente trabalho se constitui, também, dessa dimensão voltada para a abordagem do tema na Universidade e na pesquisa acadêmica.

Para tanto, as palavras-chave (TI Verde, lixo eletrônico e emissão de CO₂) serviram de parâmetro, descritor, e o motor de busca em um banco de dados, mais especificamente, o Google Acadêmico, resultando nas ocorrências dos artigos, para que se pudesse, enfim, estabelecer uma lista de escritos. Os artigos foram agrupados tendo em vista cinco páginas de resultados para cada descritor, o que resultou em quinze artigos contemplados pelos três grupos de descritores,

A partir das ocorrências encontradas, realizou-se a leitura dos títulos e dos resumos. Assim, verificou-se a possibilidade de se extrair mais uma categorização para o conjunto de artigos, tendo em vista a argumentação em defesa da TI Verde já realizada até este ponto do trabalho. Desse modo, num primeiro momento, definiu-se a ocorrência de trabalhos acadêmicos que tratam de certa aplicabilidade da TI Verde; em seguida, artigos que estão localizados no universo corporativo das empresas; e, por último, dois escritos que abordam a formação do profissional em computação em meio às discussões de TI Verde. Como ilustrativo do que se afirma, a tabela 4 mostra artigos que foram publicados no ano 2020 a 2021:

Tabela 4: Artigos sobre TI Verde entre o período de 2020 - 2021.

Nº	Categoria	Termo De busca	Título	Autor(a)	Ano	Comentário
1	Aplicabilidade	TI Verde	TI VERDE E O MEIO AMBIENTE: BENEFÍCIOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS	MARTINS, J. B.	2020	Abrange tratamento do lixo eletrônico e define o conceito de TI Verde, normas europeias e eletrônicos com certificações ecoeficiente.

			ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS			
2	Empresa (mercado, organização)	TI Verde	Tecnologia da Informação Verde nas organizações: uma visão estratégica	Queirós, R. C. C <i>et al.</i>	2020	Traz informações relacionadas ao crescimento da TI e o os impactos ambientais, e dados de quantas empresas adotaram TI Verde e estratégias de preservação.
3	Empresa (mercado, organização)	TI Verde	A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO(TI) VERDE NO HODIERNO DIFERENCIAL COMPETITIVO NAS EMPRESAS DO MERCADO ATUAL	SILVA, F. M. G.; COSTA, E. N. S.	2021	Objetiva sensibilizar futuros empreendedores investindo em um sistema de gestão ambiental (SGA).
4	Empresa (mercado, organização)	TI Verde	Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação	MARTIN, A. S. S. <i>et al.</i>	2021	Identifica os motivos que influenciaram empresas a adotarem práticas sustentáveis e renováveis relacionadas a TI.
5	Aplicabilidade	TI Verde	Revisão sobre o lixo eletrônico e seu destino na cidade de Santa Cruz do Sul, RS, BRASIL	RODRIGUE S, L. H. R. <i>et al.</i>	2021	Estuda as leis da cidade Santa Cruz do Sul – RS, no que diz respeito ao descarte do lixo eletrônico e seu descarte e se atenta a estratégia de revalorizar. remediar e reciclar esses equipamentos que iriam ser descartados.
6	Aplicabilidade	Lixo eletrônico	UM DIAGNÓSTICO SOBRE HÁBITOS SUSTENTÁVEIS E O LIXO ELETRÔNICO	COSTA, N. S. <i>et al.</i>	2021	Analisa como a educação ambiental pode influenciar os acadêmicos do IFRN para manuseio adequado do lixo eletrônico.

7	Aplicabilidade	Lixo eletrônico	LIXO ELETRÔNICO: IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE DESCARTE	JESUS, J. A. S. <i>et al.</i>	2021	Identifica os locais que com parcerias oferecem um local correto para recolher os resíduos eletrônicos.
8	Aplicabilidade	Lixo eletrônico	LIXO ELETRÔNICO NA ESCOLA: GESTÃO SUSTENTÁVEL, RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL	ALMEIDA, N. M. <i>et al.</i>	2020	Analisa o diálogo entre docente e discente relacionado ao lixo eletrônico e sua destinação final, produzir cartazes e meio de recolher pilhas e baterias e espalhar em pontos estratégicos da escola onde ocorre um maior fluxo de pessoas.
9	Aplicabilidade	Lixo eletrônico	RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA: O PAPEL DO CONSUMIDOR NO DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO	DUARTE, V. B. <i>et al.</i>	2020	Discute a relação entre consumidores e o destino dado ao lixo eletrônico, que por falta de informação não se atentam em fazer um descarte correto e sugere que o poder público e fabricantes de eletrônicos se unam para regressar essa condição.
10	Aplicabilidade	Lixo eletrônico	LIXO ELETRÔNICO: UM DESAFIO PARA A GESTÃO AMBIENTAL	ROCHA, A. C. <i>et al.</i>	2020	Busca analisar a poluição por resíduos eletrônicos e como o lixo eletrônico é administrado.
11	Empresa (mercado, organização)	Emissão de CO2	SUSTENTABILIDADE DE DATA CENTERS COM O USO DA TI-VERDE	PINTO, M. M. F. <i>et al.</i>	2021	Aponta estratégias para se diminuir a emissão de CO2 emitido pelo data center implementou TI Verde para diminuir o uso de eletricidade, utilizando como

						por exemplo: computação em nuvem e energia solar e sistema de refrigeração.
12	Empresa (mercado, organização)	Emissão de CO2	PROCESSO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO PARA MIGRAÇÃO EM SERVIÇO DE NUVEM	NOVO, D. N. <i>et al.</i>	2021	Devido ao distanciamento social, as organizações foram obrigadas a adotar o sistema <i>home office</i> e junto com ele o serviço em nuvem e como consequência ajuda a diminuir a emissão de CO2.
13	Aplicabilidade	Emissão de CO2	Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre o Impacto da Computação no Meio Ambiente	UTYIAMA, D. M. S. <i>et al.</i>	2020	Define as principais ações da TI Verde com objetivo de sensibilizar empresas de TI a adotarem essas medidas.
14	Formação em TI	Emissão de CO2	TI Verde na formação do cientista da computação: um estudo voltado às práticas sustentáveis em uma universidade amazônica	RIBEIRO, M. B.	2020	Realiza um estudo sobre TI Verde na formação de profissionais da área.
15	Formação em TI	Emissão de CO2	Simulação da ecoeficiência de um laboratório de informática de um curso de ensino superior	TEIXEIRA N. B.; BACHEGA S. J.	2020	O objetivo é fazer uma simulação em um laboratório de informática de uma universidade a fim de observar sua ecoeficiência.

Fonte: Google Acadêmico.

Os problemas que a tecnologia proporciona à diversidade biológica vêm sendo alvo de pesquisa entre diversos acadêmicos que buscam uma solução para esse inconveniente, e se deparam com o tema TI Verde como possibilidade. Notadamente, nas três categorizações posteriores, nota-se uma preocupação da pesquisa acadêmica em aliar teoria e prática. Vale notar que a divisão em três categorias apresenta, aqui, caráter didático, afinal de contas, um mesmo trabalho pode conter mais de uma dimensão, algo que ocorre, por exemplo, no sexto artigo da tabela, intitulado, “LIXO ELETRÔNICO NA ESCOLA: GESTÃO SUSTENTÁVEL,

RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL”, que poderia ser classificado no tópico de formação (ambiental).

A nossa primeira categorização, Aplicabilidade, refere-se ao potencial prático dessas ações. Ou seja, os trabalhos: 1° TI VERDE E O MEIO AMBIENTE: BENEFÍCIOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS, 5° Revisão sobre o lixo eletrônico e seu destino na cidade de Santa Cruz do Sul, RS, BRASIL, 6° UM DIAGNÓSTICO SOBRE HÁBITOS SUSTENTÁVEIS E O LIXO ELETRÔNICO, 7° LIXO ELETRÔNICO: IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE DESCARTE, 8° LIXO ELETRÔNICO NA ESCOLA: GESTÃO SUSTENTÁVEL, RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL, 9° RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA: O PAPEL DO CONSUMIDOR NO DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO, 10° LIXO ELETRÔNICO: UM DESAFIO PARA A GESTÃO AMBIENTAL, 13° Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre o Impacto da Computação no Meio Ambiente, discutem essa dimensão tendo em vista o emprego da TI Verde na prática organizacional.

Os trabalhos na categoria de empresa trazem análise da adoção de TI Verde no mundo corporativo: 2° Tecnologia da Informação Verde nas organizações: uma visão estratégica, 3° A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO(TI) VERDE NO HODIERNO DIFERENCIAL COMPETITIVO NAS EMPRESAS DO MERCADO ATUAL, 4° Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação, 11° SUSTENTABILIDADE DE DATA CENTERS COM O USO DA TI-VERDE, 12° PROCESSO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO PARA MIGRAÇÃO EM SERVIÇO DE NUVEM, explana vantagens dessas ações ecologicamente corretas além de um diferencial competitivo.

O estudo acadêmicos 14° TI Verde na formação do cientista da computação: um estudo voltado às práticas sustentáveis em uma universidade amazônica e 15° Simulação da ecoeficiência de um laboratório de informática de um curso de ensino superior, trazem uma abordagem relacionada a educação ambiental com objetivo de instigar discentes e campus universitários às práticas sustentáveis na tecnologia da informação durante a formação de profissionais da área.

6. CONCLUSÃO

Como vimos ao longo desse trabalho e tendo em vista que a tecnologia se tornou essencial para a humanidade na atualidade, pesquisas vêm sendo desenvolvidas na busca de meios viáveis de auxílio no processo de evitar desperdícios e ações danosas ao meio ambiente, levando em consideração a preocupação global de preservação da nossa casa comum.

Dados os fatos e a argumentação mencionados, nota-se a importância da sustentabilidade dentro da Tecnologia da Informação, e mesmo que abundantes, os recursos são finitos e, se não controlados, um dia se esgotarão. Sendo assim, é primordial a adoção de boas práticas, intituladas como TI Verde, visando diminuir o consumo de energia, redução da emissão de gases, além da reutilização e reciclagem de equipamentos eletrônicos, a fim de evitar o aumento do lixo eletrônico.

Em relação à formação de profissionais de TI, as universidades focam demais no exercício qualitativo da profissão, sem dar importância ao quesito de educação ambiental. Muitos acadêmicos concluem o curso e ingressam no mercado de trabalho, visando a produção, sem se atentarem à preservação da biodiversidade. Do ponto de vista ecológico, é de suma relevância reverter essa situação, na tentativa de solucionar o problema antes que apareça.

Nesse contexto, as informações levantadas nesse estudo revelam as muitas vantagens da tecnologia e os prejuízos ao ecossistema e aos seres humanos. Os materiais tóxicos contidos na fabricação desses equipamentos, quando descartados incorretamente, contaminam o solo, lençóis freáticos e trazem sérios riscos à saúde humana. Além disso, ainda se tem os gases de efeito estufa, em especial o CO₂ um dos principais contribuintes para o aquecimento global.

Portanto, deve-se oportunizar uma conscientização sobre os danos gerados pela TI, para a população sobre as consequências desastrosas, caso não se preocupem em adotar práticas ecologicamente corretas. Redução do consumo de energia, destinação adequada dos resíduos eletrônicos, são algumas ações vitais para a sociedade atual, a qual, entendendo a sua importância, vise motivação para que a TI Verde seja cada vez mais adotada.

Enfim, a TI Verde é uma iniciativa excelente para ajudar a tecnologia ser mais sustentável, sem afetar a produtividade, mantendo a constância com meios

sustentáveis e renováveis. Contudo, é fundamental investimento e incentivo nessa área, tendo em mente a gravidade dos problemas gerados pela TI, para as gerações presentes e principalmente futuras. É urgente salientar que os estragos, podem se tornar irreversíveis, levando em conta esses aspectos, tipo de causa e efeito, em suma, sendo indispensável a implementação de ações de sustentabilidade agora, no intuito de eximir um futuro fatídico.

Outra defesa que se faz: é preciso defender um currículo em TI nos cursos que formam os profissionais em computação. A presente pesquisa, consciente disso, pretende oferecer subsídios para demais investigações nesse sentido.

7. REFERÊNCIAS

- CELINSKI, T. M. *et al.* Gestão do Lixo Eletrônico: Desafios e Oportunidades. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Salvador, 2013. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/I-015.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- DELVAZ, B. H.; BOVÉRIO, M. A. TI VERDE: estudo de caso na empresa CSLOG Desenvolvimento de Sistemas Ltda. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 118-139, 2017. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/139>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- Ecycle. **O que é energia hidrelétrica e quais seus impactos?**. 25 set. 2013. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-hidreletrica/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- Ecycle. **Quais são os componentes tóxicos do lixo eletrônico?**. 25 set. 2013. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lixo-eletronico-componentes-toxicos/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- Extras Estúdio C (Gshow). **Saiba quais são os elementos químicos presentes nos equipamentos eletrônicos**. 02 maio de 2020. Disponível em: <https://gshow.globo.com/RPC/Estudio-C/Extras-Estudio-C/noticia/saiba-quais-sao-os-elementos-quimicos-presentes-nos-equipamentos-eletronicos.ghtml>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- FERNANDES, S. C; ADORNO, M. L. G. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: A SUSTENTABILIDADE NA TI VERDE. **Revista Mirante**, Anápolis - GO, ano 2018, v. 11, n. 7, 23 ago. 2018. Artigo, p. 276-290. ISSN 1981-4089. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/7987>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- FORTI, V. *et al.* **The Global E-waste Monitor 2020**: Quantities, flows, and the circular economy potential. Bonn / Geneva / Vienna: United Nation University / Information Telecommunication Union / International Solid Waster Association. 2020. p. 119. Disponível em: <http://ewastemonitor.info/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- GREEN ELETRON. **Quais países produzem mais lixo eletrônico no mundo? Veja como está o Brasil neste ranking**. 16 jul. 2021. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/quais-paises-produzem-mais-lixo-eletronico-no-mundo-veja-como-esta-o-brasil-neste-ranking/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- JAYO, M.; VALENTE, R. Por uma TI Mais Verde. **GV-executivo**, ano 2010, v. 9, n. 1, p. 52-57 jan-jun, 2010. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/23563>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- LUNARDI, G. L. *et al.* Tecnologia da informação e sustentabilidade: levantamento das principais práticas verdes aplicadas à área de tecnologia. **Gerais, Rev. Interinst. Psicol.**, Juiz de Fora, v. 4, n. spe, p. 159-172, dez. 2011. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/5299>. Acesso em: 30 nov. 2021.

Mais Polímero. **Logística Reversa e Sustentabilidade no Setor Empresarial**. 07 nov. 2019. Disponível em: <http://www.maispolimeros.com.br/2019/11/07/logistica-reversa/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MOI, P. C. P. *et al.* Lixo Eletrônico: Consequências e Possíveis Soluções. **Web-Resol - Instituto para a Democratização de Informações sobre Saneamento Básico e Meio Ambiente**, p.1-8, 2011. Disponível em: <http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/105>. Acesso em: 30 nov. 2021

MURUGESAN, S. Making IT green. **IEEE IT Professional**, v. 12, n. 2, p. 4-5, 2010. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5439505/>. Acesso em 20 set. 2021.

NUNES, A. C. P. *et al.* (2012). **A TI verde na sociedade atual**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.enucomp.com.br/2012/conteudos/artigos/tiverde.pdf>. Acesso em: Acesso em: 30 nov. 2021.

PEREIRA, J. L. de G.; LIMA, L. A. L. Educação Ambiental no Ensino Médio e Profissionalizante: A Experiência do Instituto Federal do Amapá com o Tratamento de Resíduos de Informática. **Ambiente & Educação**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 49–65, 2016. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/5752>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PIZZANI, L. *et al.* A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 53–66, 2012. DOI: 10.20396/rdbci.v10i1.1896. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PONTES, N. F.; GIORDANO, F. Práticas de TI Verde em uma Empresa Educacional para Fomentar a Responsabilidade Socioambiental. **Journal of Environmental Management and Sustainability – JEMS Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 118-126, mai-ago, 2015. Disponível em: <http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/246>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SANTANA, J. C. S.; *et al.* O USO E PRODUÇÃO DA ENERGIA LIMPA COMO MÉTODO DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL. **Epitaya E-books**, [S. l.], v. 1, n. 12, p. 99-111, 2020. DOI: 10.47879/ed.ep.2020144p99. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/53>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SIQUEIRA, P. **DATA CENTER VERDE: eficiência energética para Data Centers**. 2020. Disponível em: <https://zeittec.com.br/data-center-verde-eficiencia-energetica-para-data-centers/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ZEFERINO, A. F.; NUNO, C. Di. **TI Verde – Eficiência Energética**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 03. Ano 02, Vol. 01. pp 265-281, jun. de 2017. ISSN:2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/ti-verde-eficiencia-energetica>. Acesso em: 30 nov. 2021.