



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Análise dos impactos ambientais de atividades relacionadas à área de Tecnologia de Informação

Analysis of the environmental impacts of activities in the Information Technology area

RENATO ALESSANDRO ROCHA SANTOS

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

ROSANGELA MARIA VANALLE

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

IVANIR COSTA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Análise dos impactos ambientais de atividades relacionadas à área de Tecnologia de Informação

Objetivo do estudo

A presente pesquisa teve como objetivo identificar quais são os impactos ambientais de atividades relacionadas à área de TI que foram publicadas na literatura científica nos últimos cinco anos.

Relevância/originalidade

A Tecnologia da Informação (TI) está em constante mudança conforme as tendências e necessidades da sociedade. Contudo atitudes e hábitos atinentes ao seu consumo implicam no crescente desperdício de recursos naturais. Neste contexto surge o aspecto ambiental, denominado como Verde, e essencialmente com a preocupação no projetar, fabricar, utilizar e descartar dispositivos eletrônicos de uma forma correta, respeitando aspectos sociais e éticos.

Metodologia/abordagem

Para tal efeito, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica em determinadas bases de dados acadêmicas, para analisar artigos que foram avaliados por especialistas, e que continham o estudo de impactos ambientais pertinentes à área de TI.

Principais resultados

As análises realizadas foram organizadas e geraram estatísticas básicas as quais possibilitaram uma conclusão que a principal tendência de pesquisas sobre TI Verde se resumem ao Uso Verde, isto é, os estudos estão mais concentrados na redução do consumo de energia, e por conseguinte a diminuição da emissão de gás carbônico oriundas de dispositivos eletrônicos.

Contribuições teóricas/metodológicas

Estado da arte da TI Verde.

Contribuições sociais/para a gestão

Conscientização das práticas de TI Verde.

Palavras-chave: TI Verde, Computação Verde, Impactos Ambientais, Ciclo de Vida.



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Analysis of the environmental impacts of activities in the Information Technology area

Study purpose

This research aimed to identify the environmental impacts of activities related to IT that were published in scientific literature in the last five years.

Relevance / originality

Information Technology (IT) is constantly transition according to the tendencies and needs of society. However attitudes and habits related to their consumption imply increasing waste of natural resources. In this context arises the environmental aspect, known as Green, and essentially with attention in design, manufacture, use and dispose of electronic devices in a correct way, respecting social and ethical aspects.

Methodology / approach

For this purpose, it was necessary to perform a bibliographic review in certain academic databases, to analyze articles that were evaluated by specialists, and that contained the study of environmental impacts pertinent to the IT area.

Main results

The analyzes were organized and generate basic statistics which allowed a conclusion that the main trend of research about Green IT limits to Green Use, in others words, the studies are more focused on reducing energy consumption, and therefore the reduction of the emission of carbon dioxide from electronic devices.

Theoretical / methodological contributions

State of the art of Green IT.

Social / management contributions

Awareness of Green IT practices.

Keywords: Green IT, Green Computing, Environmental Impact, Life Cycle



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



1 Introdução

A Tecnologia de Informação (TI) pode causar diversos impactos, seja em empresas, nas pessoas, e na sociedade. Isto se dá ao fato do uso intensivo das tecnologias de comunicação, bem como o acesso à informação em tempo real, sinalizando uma relação econômica relacionada ao crescimento econômico a partir de inovações tecnológicas, estabelecendo o uso das redes sociais como um novo paradigma de relacionamentos entre pessoas de uma sociedade, em diferentes localidades, caracterizando a sociedade da informação. (Cezar & Suaiden, 2017).

As rápidas e contínuas mudanças tecnológicas influenciadas pelo atual modelo capitalista de produção resultaram em atitudes e hábitos de consumo marcados por um crescente desperdício de recursos naturais, sejam eles questões sociais, ambientais e econômicas, tornando a sustentabilidade um tema de suma importância, chamando atenção de governos, organizações e pesquisadores. (Salles, Alves, Dolci, & Lunardi, 2016).

Estudos sobre o valor da TI relacionados ao final do século XX e início do XXI, revelam associações diretas entre capacidades de TI e o desempenho de uma empresa. Não obstante, na literatura relacionada à TI, fundamentada na Teoria Baseada em Recurso (TBR), possui resultados distintos. Principalmente pesquisas que consideram o desempenho no nível da empresa, apresentam resultados discrepantes entre as associações citadas. (Oliveira, Maçada, & Oliveira, 2015).

Com o crescente número de Sistema de Informação (SI), e essencialmente em suas integrações, propicia a elevação da complexidade do parque tecnológico de uma empresa, pelo fato de que os processos organizacionais envolvem pessoas, procedimentos e tecnologia. O âmbito tecnológico deve estabelecer a relação entre os elementos: pessoas, processos, organizacionais e SI, a fim de gerenciar com as melhores práticas todo o ambiente de TI (Correa, & Ziviani, 2015).



1.1 Apresentação do problema

Com base nos contextos mencionados anteriormente, Correa e Ziviani (2015) comentam que o impacto da tecnologia da informação se dá nas resistências de pessoas, principalmente, quando um sistema de gestão está no processo de automatização. Além dos desafios relacionados ao setor de tecnologia da informação e integração entre sistemas de informação, que são situações naturais de resistência.

Outro possível impacto é proposto por Salles *et al.* (2016) que comentam sobre a utilização ineficiente de TI, com relação ao meio ambiente, quando este meio é ignorado em seus processos organizacionais, possibilitando maiores custos na gestão de TI, sem mencionar a inevitável perda de vantagens competitivas.

As empresas que não se preocupam na atualização de conhecimentos acerca de sustentabilidade, no que diz respeito às suas atividades, em decorrência disto, os custos: de produção, de operação, e de investimento, podem aumentar, e por conseguinte, prejudicam o balanceamento financeiro de uma organização (Salles, *et al.* 2016).

Para Cezar e Suaiden (2017) os progressos da sociedade da informação geram impactos e mudanças sobre a economia e a sociedade, concedendo uma tendência dominante, de economias industrializadas, uma vez que o valor da informação instaura uma dinâmica de reconfiguração de práticas sociais e de espaço físico a partir das novas tecnologias de comunicações, além da formação de espaços virtuais, que corroboram no intercâmbio de conhecimentos e de informações, de uma maneira mais frequentemente em redes sociais.

Já na ótica de Oliveira, *et al.* (2015), a ausência de relacionamento direto entre capacidades de TI e desempenho de uma empresa, resultam em dados discrepantes, pela padronização de tecnologias web compreendida entre o final da década de 90 e início do século XXI, possibilitando o surgimento de diferentes unidades organizacionais e seus recursos de TI, mas também na construção de capacidades relacionadas (processos).

Uma vez compreendida as possíveis problemáticas elucidadas pelos autores comentados, os estudos (Cezar & Suaiden, 2017; Salles, *et al.* 2016; Oliveira, *et al.* 2015; Correa & Ziviani, 2015) visaram de uma maneira geral: identificar a percepção dos profissionais de tecnologia da informação, no que tange a gestão do conhecimento para setor de TI; ratificar a importância de adoção de práticas Verdes nas organizações (TI Verde); refletir acerca da importância da sociedade da informação no processo de desenvolvimento; e testar a associação entre as capacidades de TI e o desempenho de uma empresa.

Dentro deste cenário, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa: Quais são os impactos ambientais de atividades relacionadas à área de Tecnologia de Informação (TI) nos últimos cinco anos?

1.2 Objetivo

O objetivo da presente pesquisa visa identificar quais são os impactos ambientais de atividades relacionadas à área de TI que estão sendo estudados em pesquisas científicas nos últimos cinco anos.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



2 Metodologia de Pesquisa

Para realização da presente pesquisa, primeiramente efetuou-se um levantamento bibliográfico em busca de artigos que relacionam impactos ambientais à alguma atividade de TI, utilizando como palavras-chave: “*green it*”, “*environmental impact*”, “*life cycle*”.

Tais palavras, foram pesquisadas, no fim de maio de 2019, nas bases de dados: Periódicos CAPES, Proquest, e Scopus, devido a sua relevância para a academia científica, e por concentrar internamente outras bases de igual importância.

Na presente pesquisa foram analisados artigos publicados nos últimos cinco anos e que tenham sido avaliados/revisados por pares, e respectivamente por especialistas.

Após levantamento bibliográfico, foram analisados trinta e dois artigos encontrados nas bases de dados, seguindo os critérios mencionados anteriormente. Para fins de análise, verificou-se o objetivo de cada artigo, e quais impactos ambientais estavam relacionados à TI no referido estudo. Oito artigos foram considerados e analisados, subsidiando argumentos para análise dos resultados e por conseguinte para as conclusões desta presente pesquisa.



3 Fundamentação Teórica

A TI Verde pode ser definida como o estudo e a prática de projetar, fabricar, utilizar e descartar dispositivos eletrônicos de uma forma ambientalmente correta, possibilitando alcançar uma viabilidade econômica no desempenho e utilização, respeitando aspectos sociais e éticos (Murugesan, 2008).

Segundo Murugesan (2008) uma forma abrangente e eficaz para abordar os impactos ambientais da TI compreende a adoção de uma abordagem holística de quatro caminhos complementares: 1- Uso Verde: Reduzir o consumo de energia; 2- Disposição verde: Recondicione, reutilize e recicle corretamente dispositivos eletrônicos; 3- *Design* verde: Ambiente harmonizado tanto no consumo em energia e resfriamento de equipamentos; e 4- Fabricação verde: Fabricação de componentes/dispositivos eletrônicos com impacto mínimo ou nulo ao meio ambiente.

Uma vez apresentada a definição de TI Verde e sua abordagem holística de acordo com Murugesan (2008), a seguir os artigos selecionados foram analisados para que enfim as interpretações da presente pesquisa sejam agrupadas na próxima seção.

Woldu e Mavetera (2015) propuseram um *framework* para medir as práticas sustentáveis de TI verde em universidades em um país em desenvolvimento. O *framework* baseia-se na investigação da aquisição, utilização e efetividade nas operações que emitem carbono e avanços tecnológicos que podem levar a um ambiente educacional mais limpo.

O *framework* se restringe à teoria, e no artigo não consta nenhuma aplicação e detalhes da sua formulação, apenas restringindo-se a impactos ambientais amplamente discutidos em outras pesquisas, promovendo apenas conscientização e conhecimento ao leitor dos temas relacionados à TI verde.

Nazir, Majeed e Birjais (2018) relatam o impacto da Tecnologia da Informação no meio ambiente que pode afetar os seres humanos de maneira direta ou indiretamente. Este artigo se baseia no contexto da Computação Verde com o viés da Tecnologia da Informação Verde para tornar o ambiente mais sustentável e livre de materiais perigosos.

Com relação aos aspectos ambientais, o foco principal da pesquisa é associar tecnologias para a redução das emissões de dióxido de carbono, poluição do ar, água, calor e ruído, e do consumo de energia, o que pode ser útil para tornar a indústria de TI favorável ao meio ambiente.



Serpa, Costa e Gonçalves (2014) discutem a geração de resíduos em ambientes de TI e a necessidade de reduzir a produção de relatórios, códigos-fonte e formulários em instituições governamentais brasileiras para realizar uma verdadeira política de sustentabilidade por meio da adoção de um modelo de finanças denominado “infotercios”.

O modelo proposto ajuda a conscientizar as formas de consumo de papel, promovendo um material de melhor qualidade para reciclagem, uma vez que qualquer sujeira encontrada no papel como: graxa, alimentos ou cola, dificultam o processo de reciclagem. Importante mencionar que as fibras de madeira podem ser recicladas de cinco a no máximo 7 vezes para se tornarem um papel renovado (Serpa, Costa, & Gonçalves, 2014).

Serpa, Costa e Gonçalves (2014) revelam também que o principal impacto ambiental se dá ao fato que o lixo em países subdesenvolvidos é incinerado, liberando toxinas nocivas à saúde, como a dioxina, presente na fumaça da queima de papel usado, com outros resíduos.

Subburaj, Kulkarni e Jia (2014) ressaltaram oito fatores sustentáveis que são eficientes e favoráveis ao meio ambiente quando alinhados adequadamente aos requisitos do negócio, tais como: 1- Fornecimento de recursos de TI para desempenho; 2- Requisitos comportamentais; 3- Sistemas legados; 4- Limpeza de armazenamento de dados; 5- Ajuste de desempenho ideal do sistema; 6- Estratégia de TI verde como política em todos os projetos relacionados a TI; 7- Monitoramento; 8- Alinhamento de energia de requisitos de negócios com sistemas de TI.

Os autores revelam quando os oito fatores são considerados, contribuem na diminuição da geração de gás carbônico (CO₂), resultante da diminuição no consumo de energia.

Prakash *et al.* (2016) focaram suas pesquisas em computadores *desktop*, *notebooks* e minicomputadores utilizados em autoridades públicas alemãs, destacam suas emissões de CO₂ bem como o seu consumo de energia, enfatizando os benefícios e desafios em estender as suas utilizações.

Os autores identificaram, em seu estudo, as soluções de TI mais adequadas para as autoridades públicas alemãs e formularam um plano de seis pontos para diminuir a carga ambiental e de recursos das práticas de aquisição: 1- Todos os computadores do local de trabalho, tanto os de mesa (*desktop*) quanto os móveis (*notebooks*), devem ter uma vida útil mínima de seis anos; 2- A consideração de critérios ambientais durante a compra garante a boa qualidade e durabilidade dos computadores no local de trabalho; 3- Ao fazer uma nova compra, deve-se sempre avaliar se o computador do local de trabalho possui os requisitos mínimos de *software* e *hardware* para o perfil de trabalho de um funcionário; 4- Os minicomputadores devem ser utilizados para locais de trabalho puramente voltados para a área de trabalho. Os



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



móveis só devem ser usados em locais de trabalho que exijam viagens; 5- O uso adicional de computadores no local de trabalho funcional, após o término do uso nos departamentos da administração federal, deve ser promovido e regulamentado nas leis administrativas relacionadas; e 6- Dispositivos usados e reconicionados também devem ser incluídos no processo de aquisição, a fim de fortalecer a demanda dos mercados de reutilização.

Anju (2017) apresenta iniciativas ecológicas da indústria de TI para a diminuição de CO₂ proporcionando o uso de energia mais adequado, bem como, aborda os principais desafios de atender aos requisitos de computação verde, dentre eles: 1- Desenvolvimento de um Modelo de Maturidade Verde; 2- Otimização de Camada de Recurso de Informação; 3- *Softwares Verdes*; 4- Reduzir a complexidade arquitetônica de hardware; 5- Rede de sensores sem fio para refrigeração de um *Data Center*; e 6- Inovar no *design* de um *Data Center* objetivando mais eficiência.

Nas pesquisas de Faria, Martins e Siqueira (2016) e Rani e Nitasha (2016), em suma, tiveram com objetivo documental, e de revisão, respectivamente, acerca do tema de TI Verde, ou do seu sinônimo, Computação Verde (*Green Computing*).

Com relação aos impactos ambientais, enfatizaram a preocupação da redução do consumo de energia, a fim de minimizar a emissão de CO₂, bem como a reciclagem e reuso de dispositivos eletrônicos.

Uma vez concluída a presente análise, na próxima seção serão reunidos os aspectos encontrados nos estudos e enfim para subsidiar a conclusão do presente artigo.



4 Análise dos resultados

Na presente seção foram reunidas todas as análises feitas anteriormente acerca de aspectos importantes da TI Verde. Vale acrescentar, que em tal análise os autores foram relacionados quando, pelo menos, atendiam parcialmente ou integralmente cada aspecto ilustrado no Quadro 1. Para tal análise foi feita uma estatística básica, considerando o número total de artigos analisados (8 = 100%), as quais serão interpretados a seguir da apresentação do Quadro 1:

Aspectos de TI Verde	Percentual de abordagem dos aspectos de TI Verde dos autores citados na análise	Número de Autores
<i>Uso Verde: Reduzir o consumo de energia.</i>	87,5%	7_8
<i>Disposição verde: Recondicione, reutilize e recicle corretamente dispositivos eletrônicos.</i>	37,5%	3_8
<i>Design verde: Ambiente harmonizado tanto no consumo em energia e resfriamento de equipamentos.</i>	75,0%	6_8
<i>Fabricação verde: Fabricação de componentes/dispositivos eletrônicos com impacto mínimo ou nulo ao meio ambiente.</i>	0,0%	8_8

Quadro 1 – Aderência das pesquisas aos aspectos de TI Verde.

Fonte: Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: principles and practices. *IEEE IT Professional*, 10, 24-33.

Com base no Quadro 1, pode-se verificar que a maioria dos autores (87,5%) tendem às práticas de Uso Verde, demonstrando que é um pré-requisito e preocupação que organizações devem ter, principalmente para serem referência em práticas de TI Verde.

Com relação a Disposição Verde, cerca de 37,5% dos autores evidenciam/conscientizam a importância de: recondicionar, reutilizar e reciclar adequadamente dispositivos eletrônicos. Este dado apenas demonstra que ainda é um desafio na sociedade estas práticas serem atendidas possibilitando um correto ciclo de vida de eletrônicos.

Outra tendência muito difundida em *Data Centers* comprovado por cerca de 75,0% dos autores citados, é a prática do *Design Verde*, aproveitando recursos naturais, ou para resfriar, ou para otimizar o consumo e até geração de energia.

Por fim, nenhum dos autores (0%) fez alguma referência a Fabricação Verde de dispositivos eletrônicos. Este dado revela uma lacuna de pesquisa, em outras palavras, uma



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



oportunidade de pesquisa, mas também revela não necessariamente que não existe esta preocupação, mas que tal prática pode ser pouco difundida, ou não está no foco da fabricação dos dispositivos eletrônicos de empresas relacionadas.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



5 Conclusões e trabalhos futuros

No levantamento bibliográfico realizado, a principal tendência de pesquisas é quase sempre pautada na redução do consumo de energia para a redução de CO₂, que impulsiona as fábricas de equipamentos eletrônicos a somente projetar os seus produtos com esta perspectiva, resultando na falta de consciência de indivíduos em uma sociedade, principalmente com relação ao descarte seguro para a reciclagem, e principalmente, quando e como recondicionar e reutilizar um produto até o seu ciclo de vida perdurar.

É importante acrescentar que cerca de 25% dos autores, comentam a preocupação da aquisição de dispositivos eletrônicos, que contribuam para o impacto mínimo ou nulo ao meio ambiente, mas este dado apenas revela que o foco permanece no aspecto de Uso Verde.

Em síntese a TI Verde, mesmo com tendências claras para pesquisas pautadas no Uso Verde, existem muitas oportunidades de estudo no que se refere à Disposição e Fabricação Verde. Sugere-se como estudos futuros, verificar como estes aspectos/práticas podem se integrar ao que já é praticado atualmente, como o Uso e *Design* Verde.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



6 Referências

- Anju. (2017). Security Issues in Green Computing. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8, 157-160.
- Cezar, K. G., & Suaiden, E. J. (2017). O Impacto da Sociedade da Informação no Processo de Desenvolvimento. *Inf. & Soc.:Est., João Pessoa*, 27, 19-29.
- Correa, F., & Ziviani, F. (2015). A Gestão do Conhecimento aplicada ao Setor de Tecnologia da Informação. *Inf. & Soc.:Est., João Pessoa*, 25, 101-122.
- Faria, A. C., Martins, M. S., & Siqueira, L. S. (2016). TI Verde: Mito Ou Realidade Na Indústria Digital Brasileira. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, 16, 1-22.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: principles and practices. *IEEE IT Professional*, 10, 24-33.
- Nazir, A., Majeed, I., & Birjais, R. (2018). Contribution of Green Computing Towards IT for providing Sustainable Environment. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 9, 222-227.
- Oliveira, D. L., Maçada, A. C. G., & Oliveira, G. D. (2015). Valor da Tecnologia da Informação da Firma: Estudo com Empresas Brasileiras. *RAC, Rio de Janeiro*, 19, 170-192.
- Prakash, S., Köhler, A., Liu, R., Stobbe, L., Proske, M., & Schischke, K. (2016). Paradigm Shift in Green IT – Extending the Life-Times of Computers in the Public Authorities in Germany. *Electronics Goes Green 2016+, Berlin*, 1-7.
- Rani, U., & Nitasha. (2016). Green Computing: A Review. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 7, 185-187.
- Salles, A. C., Alves, A. P. F., Dolci, D. B., & Lunardi, G. L. (2016). Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre sua Adoção nas Organizações. *RAC, Rio de Janeiro*, 20, 41-63.
- Serpa, N. S. C., Costa, I., & Goncalves, R. F. (2014). Green IT and Waste Paper in Governmental Institutions: The Proposal of the Infotercio Financial Model. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 2, 14-21.
- Subburaj, S, Kulkarni, S., & Jia, L. (2014). Green IT: sustainability by aligning business requirements with IT resource utilization. *Int. J. Communication Networks and Distributed Systems*, 12, 30-46.
- Woldu, G. E., & Mavetera, N. (2015). A Theoretical Framework for Measuring Sustainable Green Information Technology Practices in Universities of South Africa. *International Journal of Arts & Sciences, CD-ROM*, 8, 497-516.