



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA

DCET - DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Vagner dos Santos Sena

**Desenvolvimento de um Instrumento de Mensuração da Sustentabilidade
Organizacional no Uso de Equipamentos Eletroeletrônicos**

Monografia

VITORIA DA CONQUISTA

2021

Vagner dos Santos Sena

**Desenvolvimento de um Instrumento de Mensuração da Sustentabilidade
Organizacional no Uso de Equipamentos Eletroeletrônicos**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. MSc. Gidevaldo Novais dos Santos

VITORIA DA CONQUISTA

2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pois, sem Ele nada disto seria possível. Agradeço a todos que contribuíram para que esta conquista pudesse ser alcançada. Agradeço aos professores, em especial ao meu orientador, professor Gidevaldo, pelos ensinamentos e pela paciência. Agradeço aos meus colegas de cursos, principalmente aos meus amigos Wglierber e Gustavo Dias, vocês sempre estiveram presentes mesmo nos momentos mais difíceis. Agradeço também a minha família pelo apoio e pelo incentivo para continuar no curso.

O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.

Resumo

Atualmente as corporações estão cada vez mais dependentes dos produtos de tecnologia. A chamada tecnologia da informação e comunicação tornou-se fator essencial para o sucesso de qualquer organização que rapidamente vem aumentando o uso de equipamentos eletroeletrônicos. Devido a esse aumento, surgiram graves problemas ambientais como o acúmulo de gases causadores do aquecimento global, consequência do aumento de consumo de energia elétrica pelas empresas. Ademais, a produção de resíduos eletrônicos necessita de uma boa estratégia para a destinação desse lixo eletrônico, evitando danos ambientais. Diante disso, este trabalho busca identificar elementos teóricos para criar uma ferramenta que possa mensurar em que grau as empresas estão em relação à gestão ambientalmente responsável de equipamentos eletroeletrônicos. Ao longo dos estudos, foram identificadas as principais práticas de TI verde reportadas na literatura. Além disso, as áreas de gestão ambiental e de tecnologia da informação foram uma importante fonte de conhecimento para a criação dos indicadores de sustentabilidade para compor a ferramenta de mensuração.

Palavras-chave: TI Verde, Indicadores de Sustentabilidade, Tecnologia da Informação, Gestão Ambiental

Abstract

Today corporations are increasingly dependent on technology products. The so-called information and communication technology has become an essential factor for the success of any organization that is rapidly increasing the use of electronic equipment. Due to this increase, serious environmental problems arose, such as the accumulation of gases Causes of global warming as a consequence of increased energy consumption by companies. Furthermore, the production of electronic waste needs a good strategy for the disposal of this electronic waste, avoiding environmental damage. Given the situation above, this paper seeks to identify theoretical elements to create a tool that can measure the degree to which companies are about environmental management responsible for electronic equipment. Throughout the studies, the main green IT practices reported in the literature were identified. In addition, the environmental management and information technology areas were an important source of knowledge for the creation of sustainability indicators to compose the measurement tool.

Keywords: Green IT, Sustainability Indicators. Information System, Environmental Management

Lista de ilustrações

Figura 1 – Relação entre o ciclo PDCA e a estrutura da norma ISO 14001	17
Figura 2 – Exemplo de single board computer	32
Figura 3 – Plataforma capes para classificação de periódicos	34

Lista de quadros

Quadro 1 – Tipos e exemplos de recursos naturais	15
Quadro 2 – Categorias e aspectos nas diretrizes do GRI - G4	19
Quadro 3 – Comparação entre GC e GTI	24
Quadro 4 – Maneiras de reduzir a produção de resíduos	25
Quadro 5 – Práticas de sustentabilidade de três empresas de diferentes setores . .	30
Quadro 6 – Principais trabalhos	36
Quadro 7 – Descrição das dimensões que compõem o instrumento de coleta de dados	44

Lista de tabelas

Tabela 1 – Dados obtidos de (LUNARDI et al, 2014). Primeira coluna, principais itens divididos por categorias. Segunda coluna, valores representando a efetividade.	37
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARM	Advanced Risc Machine
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIO	Chief Information Officer
CISC	Complexed Instructions Set Computer - Computador com um Conjunto Complexo de Instruções
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
COBIT	Control Objectives for Information and related Technology
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
CRT	Cathode Ray Tube
E1	Estudo número 1
E2	Estudo número 2
E3	Estudo número 3
E4	Estudo número 4
E5	Estudo número 5
E7	Estudo número 7
E8	Estudo número 8
GC	Governança Corporativa
GRI	Global Reporting Initiative
GTI	Governança da Tecnologia da Informação
IBGC	Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
ISO	International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização, em português

ITIL	Information Technology Infrastructure Library
LCD	Liquid Crystal Display
NBR	Norma Brasileira
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDCA	Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ação
PETI	Planejamento Estratégico de TI
PMI	Project Management Institute
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RGSA	Revista de Gestão Social e Ambiental
RISC	Reduced Instructions Set Computer - Computador com Conjunto Reduzido de Instruções
SEBRAE	SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SI	Sistemas de Informação
TI	Tecnologia da informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
VDI	Verein Deutscher Ingenieure, Associação dos Engenheiros Alemães
WCED	World Commission for Environment and Development

Sumário

1	Introdução	12
2	Crise Ambiental e o Conceito de Desenvolvimento Sustentável	14
2.0.1	Sistema de Gestão Ambiental	16
2.0.2	Responsabilidade social corporativa	17
2.1	Modelos de medição da sustentabilidade	18
2.2	<i>Global Reporting Initiative</i>: diretrizes para relatórios de sustentabili- dade	18
2.2.1	Dimensão econômica	19
2.2.2	Dimensão ambiental	20
2.2.3	Dimensão social	20
2.3	Gestão da Tecnologia da Informação	21
2.3.1	Governança de TI	23
3	TI verde	25
3.1	Computação em nuvem	31
3.2	Arquitetura x86 <i>versus</i> ARM	31
3.3	Dispositivos Single Board Computer	32
4	Metodologia	33
5	Resultados e Discussão	35
5.1	Resultados	35
5.2	Discussão	44
6	Conclusão	46
	Referências	47

1 Introdução

O século XX foi um período de grandes transformações com aumento do consumo de energia e recursos naturais. A popularização do acesso à tecnologia digital na vida das pessoas e nas corporações intensificou ainda mais esse cenário. Quanto mais a tecnologia avançava, maior era a necessidade de fontes de energia para manter o funcionamento dos equipamentos eletrônicos. Além disso, a chegada de novas tecnologias vem estimulando o descarte cada vez mais precoce dos produtos de tecnologia. Desta forma, as empresas precisam desenvolver estratégias para os problemas da destinação dos resíduos eletrônicos.

Outro problema é a situação do lixo eletrônico, equipamentos mais modernos possuem diferentes categorias de elementos como chumbo, cádmio e mercúrio. Alguns desses materiais podem ser altamente tóxicos causando doenças, poluindo a água e o ar. Por outro lado, uma parte dos elementos presentes nos resíduos eletrônicos possuem grande valor econômico como ouro, prata e cobre. Um bom gerenciamento desses recursos, além de evitar a degradação ambiental pelo descarte no meio ambiente, gera ganhos financeiros.

Há também uma preocupação com o crescente uso de papel nas atividades empresariais e as organizações já buscam alternativas para diminuir o consumo desse recurso. Além do papel, outros equipamentos de impressão tendem a ser menos utilizados, como cartuchos e impressoras. A intenção é que haja uma maior economia de energia e recursos, para isso, estão disponíveis várias práticas sustentáveis auxiliando os tomadores de decisão.

Por isso, as organizações atualmente estão investindo em estratégias de gestão de tecnologia da informação e gestão ambiental em uma tentativa de tornar as atividades de sua cadeia de produção condizentes com as novas diretrizes que direcionam a empresa no caminho do desenvolvimento sustentável. Práticas de TI Verde, deste modo, além de funcionarem como uma importante iniciativa para a proteção do meio ambiente, mostram-se como uma forma de vantagem competitiva.

Desta forma, à medida que as organizações vão aplicando as práticas de TI verde em seus processos produtivos, surge a necessidade de se mensurar em que grau a empresa está em relação ao uso dessas práticas sustentáveis. segundo LUNARDI (2014) essa medição pode ser feita segundo cinco critérios: pela efetividade das ações sustentáveis aplicadas à área de TI; pelo grau de orientação ambiental, pelo nível de consciência socioambiental da organização; pelo monitoramento das atividades de TI; e pelo grau de expertise ambiental na área de TI.

Esses desafios que vão surgindo precisam ser solucionados pela sociedade contemporânea. Além disso, apesar de haver uma crescente multiplicação de trabalhos relacionados ao desenvolvimento sustentável, ainda existe uma grande lacuna em algumas áreas como na implantação de práticas de TI verde em empresas. Por isso observa-se a necessidade de novos estudos sobre o tema.

Diante da situação exposta anteriormente, considerando as iniciativas que as organizações estão implementando em seus processos produtivos referente a TI Verde e da necessidade de novos estudos para a criação de ferramentas para mensurar a sustentabilidade, orientando e informando os gestores em direção ao desenvolvimento sustentável, surge a seguinte questão: como medir níveis de sustentabilidade relacionados à gestão da tecnologia da informação em uma organização?

Para responder esta questão, este trabalho possui o seguinte objetivo geral: Identificar princípios teóricos para a criação de um indicador de sustentabilidade quanto ao uso de equipamentos eletrônicos nas organizações públicas ou privadas. Seus objetivos específicos são: identificar variáveis mensuráveis e que funcionem como indicadores de sustentabilidade na organização, Identificar práticas sustentáveis de TI Verde para utilizá-las na construção de indicadores de sustentabilidade organizacional e mapear os elementos de gestão ambiental que possam contribuir com as práticas de TI Verde.

Esta monografia está dividida em cinco seções. A primeira seção consiste nesta introdução. A segunda seção é o referencial teórico iniciando com tópicos de gestão ambiental e gerenciamento de tecnologia da informação. Em seguida, o referencial teórico apresenta conceitos e práticas de tecnologia da informação verde. A quarta seção desta monografia é o detalhamento da metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos na introdução. Por último, a quinta seção é composta pelos resultados obtidos neste trabalho seguido por suas respectivas discussões.

2 Crise Ambiental e o Conceito de Desenvolvimento Sustentável

As mudanças climáticas causadas pelas ações humanas fizeram com que a sociedade ligasse o alerta para a necessidade de se tomar medidas para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente. Segundo Bellen (2006), Muitos desastres ambientais ocorreram como o de Chernobyl na extinta União Soviética. Isso desencadeou uma grande comoção mundial fazendo aumentar a conscientização dos países para tomar medidas para evitar novas catástrofes.

Uma dessas iniciativas aconteceu em 1992 na cidade do Rio de Janeiro: a Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esta conferência adotou a Agenda 21 como metas a serem alcançadas em escala global. Além disso, criou a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD - *Commission on Sustainable Development*) com a missão de colocar os princípios adotados na Agenda 21 em prática, monitorando seu progresso (BELLEN, 2004).

A preocupação da sociedade com os impactos negativos das ações humanas no meio ambiente fez com que a variável ambiental ficasse cada vez mais importante para a tomada de decisão nas organizações. O conceito de desenvolvimento sustentável, desta forma, torna-se tema recorrente no dia a dia dos gestores em empresas ao redor do mundo.

Segundo o relatório Brundtland (1987), que foi desenvolvido a partir da *World Commission on Environment and Development (WCED)*, desenvolvimento sustentável é o progresso das atividades humanas atendendo as necessidades da geração atual sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (WCED, 1987). Assim as atividades humanas devem se pautar na preocupação com o futuro e a não degradação do meio ambiente. A crescente busca por novas fontes de recursos naturais tende a agravar a crise ambiental na qual se encontra o planeta.

Neste contexto, os sistemas de informações podem ser uma das chaves para transformar a sociedade e as organizações em direção ao desenvolvimento sustentável por meio da inovação e investimento em eco-produtos. Iniciativas de sistemas de informação verde podem ajudar as empresas a alcançarem seus objetivos ambientais reduzindo os impactos negativos da tecnologia da informação (TI) e aumentando a eficiência dos recursos e dos processos do negócio. (BROCKE *et al.*, 2013), (LOESER *et al.*, 2017)

Além disso, muitos dos recursos utilizados nas fábricas não são renováveis. Outros são renováveis, mas necessitam de um tempo para que possam se recompor. Assim a transformação desses recursos pelas atividades humanas devem ser feitas de tal maneira

que não comprometa a capacidade de regeneração da natureza. Para Barbieri (2016), a perspectiva de tempo das pessoas nem sempre coincide com a que seria necessário para renovação dos recursos

Quadro 1 – Tipos e exemplos de recursos naturais

NÃO RENOVÁVEIS	RENOVÁVEIS	RENOVÁVEIS/NÃO RENOVÁVEIS
Egotam-se com o uso. Ex.: combustíveis fósseis	Alteram-se com o uso, esgotam-se, mantêm-se ou aumentam. Ex.: energia solar indireta, cardumes, solo, colheita anual.	Qualidade ambiental: esgotam-se, mantêm-se ou aumentam. Ex.: ar, água, espaço, controle natural de pragas; navegabilidade de rios, lagos e mares; ciclo dos nutrientes, polinização.
Esgotam-se, mas podem ser reutilizados e reciclados. Ex.: maioria dos metais	Não se alteram com o uso. Ex.: energia solar direta e indireta como ventos	

Fonte: adaptado de (BARBIERI, 2016)

O uso inteligente desses materiais produzidos pela natureza é o objetivo da gestão ambiental. faz-se necessário a implantação de ferramentas de modo a transformar as ameaças em oportunidades para o negócio, gerando uma convivência harmônica entre organização, comunidade e governo. Também gerando redução de custos e do consumo de matéria-prima. (SOUSA, 2010). Outro fator é a criação de sistemas de gestão ambiental e a utilização dos indicadores de sustentabilidade.

Para isso, a ISO (International *Organization* for Standardization - Organização Internacional de Normalização) criou a série de normas ISO 14000. Esse grupo de normas foi criado a partir dos preceitos estabelecidos na Agenda 21. Por meio delas as organizações obtêm certificação e seguem normas que garantem a legislação e a qualidade ambiental (FERREIRA, 2015).

A ISO 14000 é composta pelas seguintes normas segundo Ferreira (2007) :

- ISO 14001: trata do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).
- ISO 14004: trata do Sistema de Gestão Ambiental para o ambiente interno das empresas
- ISO 14010: princípios gerais para auditorias Ambientais
- ISO 14011: Auditorias Ambientais - Procedimentos de auditorias - Auditorias do SGA
- ISO 14012: Diretrizes e critérios de qualidade para auditorias ambientais
- ISO 14031: Desempenho Ambiental
- ISO 14020: Rotulagem Ambiental
- ISO 14040: Análise do Ciclo de Vida

Dentre estas normas, a ISO 14001 é a mais difundida. Nela estão definidos os requisitos para a criação de um Sistema de Gestão Ambiental, além de critérios para a certificação de empresas.

2.0.1 Sistema de Gestão Ambiental

A norma NBR ISO 14001 conceitua o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) como: “parte do sistema de gestão usado para gerenciar aspectos ambientais, cumprir requisitos legais e outros requisitos, e abordar riscos e oportunidades“ (ABNT, 2015, 2). Ela inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar e manter a política ambiental.

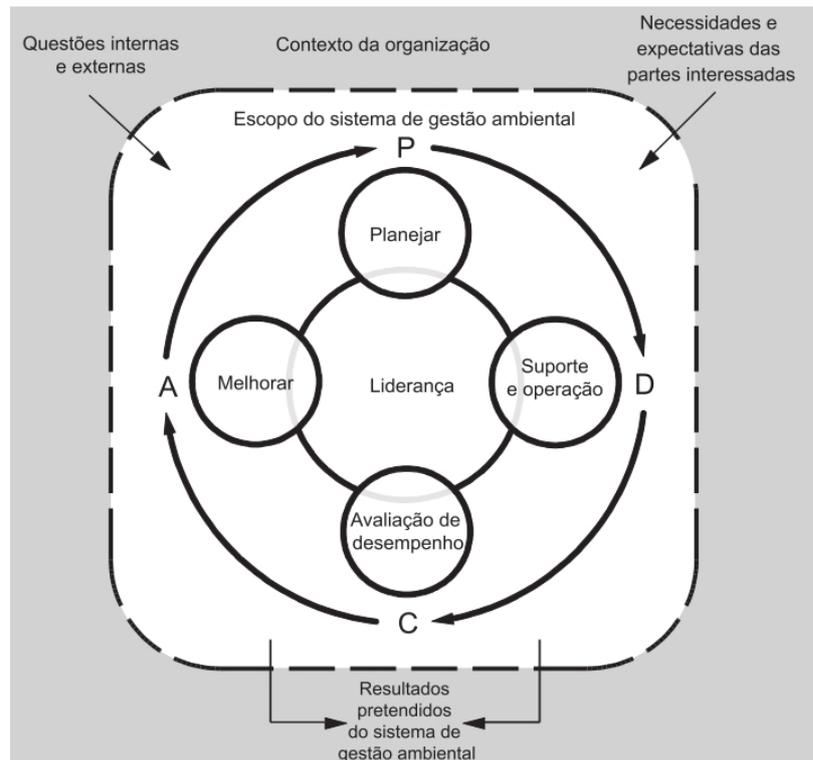
Esta norma é aceita em vários países e define os requisitos para o sistema de gestão ambiental. Suas maiores premissas são redução de resíduos e uso eficiente de recursos. Segundo a ABNT, ela ajuda a melhorar o desempenho da empresa e melhora sua imagem perante as partes interessadas. É um instrumento que gera valor e vantagem competitiva

O SGA é baseado no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), processo utilizado para atingir a melhoria contínua nas empresas. Cada fase do ciclo é descrita da seguinte maneira:

- *Plan* (planejar): estabelecimento dos objetivos e dos processos necessários para alcançá-los.

- *Do* (fazer): desempenhar os processos que foram planejados
- *Check* (chechar): monitoramento e medição dos processos
- *Act* (agir): tomar ações corretivas e ações para melhoria contínua NBR ABNT ISO 14001 (2015)

Figura 1 – Relação entre o ciclo PDCA e a estrutura da norma ISO 14001



Fonte: ABNT NBR ISO 14001:2015

2.0.2 Responsabilidade social corporativa

A responsabilidade social corporativa prescreve que as atividades desenvolvidas pelas empresas não devem considerar apenas suas próprias necessidades, mas também as demandas da sociedade na qual a organização está inserida. Segundo Soledade *et al* (2007), muito está sendo feito para que esse conceito passe a vigorar sistematicamente na gestão empresarial, deixando de ser uma atividade meramente assistencialista.

Segundo Costa (2018), a responsabilidade socioambiental corporativa (RSC) são atitudes e comportamentos que as empresas praticam por sua iniciativa, se comprometendo com questões sociais, ambientais e econômicas.

2.1 Modelos de medição da sustentabilidade

As organizações, atualmente, contam com vários modelos e diretrizes para medição da sustentabilidade disponíveis. Esses modelos são propostos no intuito de fornecer um sistema de medição que atenda às necessidades das partes interessadas, além de não acarretar em custos excessivos para sua implantação nas empresas. Deve cobrir, também, diferentes processos, produtos e serviços da organização.

Para se obter um direcionamento de como mensurar a sustentabilidade, podem ser consultadas as iniciativas: ISO 14031, *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI), *Global Reporting Initiative* (GRI) e *Institution of Chemical Engineers* (IChemE). Dentre estes, podem-se destacar ao modelos ISO e o GRI. Este fornece diretrizes para o desenvolvimento de relatórios de sustentabilidade, aquele, apresenta variáveis para a implantação de um sistema de gestão ambiental em organização de diferentes tipos.

2.2 *Global Reporting Initiative*: diretrizes para relatórios de sustentabilidade

O *Global Reporting Initiative* (GRI) é um guia para auxiliar os gestores na elaboração de relatórios de sustentabilidade. Ele foi criado em 1999 na cidade de Boston nos Estados Unidos. Suas diretrizes, desde então, vêm sendo utilizadas por muitas empresas em todo o mundo. Para elaboração dos relatórios de sustentabilidade são consideradas as dimensões econômica, ambiental e social (*Triple Bottom Line*).

Segundo Santos (2016) o GRI se apresenta como um padrão internacional para a divulgação do desempenho socioambiental das empresas. Utilizando relatórios para mensurar e certificar organizações, os parâmetros do GRI vão além de questões como transparência e governança corporativa

O documento elaborado pelo *Global Reporting Initiative* apresenta o conteúdo e os princípios necessários para a elaboração de relatórios relativos à sustentabilidade. As métricas estão estruturadas de acordo com a hierarquia: categoria, aspecto e indicadores (quadro 2). Os relatórios são desenvolvidos no intuito de medir as práticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável e apresentar os resultados às partes interessadas (*stakeholders*) (GRI, 2007).

Quadro 2 – Categorias e aspectos nas diretrizes do GRI - G4

Categoria	Econômica	Ambiental
Aspectos	Desempenho econômico Impactos econômicos diretos Práticas de compra	Materiais Energia Emissões Produção e serviços Conformidade
Categoria	Social	
Sub-categorias	Sociedade	Responsabilidade pelo produto
Aspectos	Avaliação de fornecedores em impactos na sociedade	Saúde e segurança Conformidade

Fonte: Adaptado de (SANTOS, 2016)

Os relatórios de sustentabilidade baseados nas diretrizes do GRI podem ser utilizados para diversas finalidades como fazer uma comparação entre empresas de um determinado ramo, apresentar a influência da organização nos aspectos de desenvolvimento sustentável. Além disso, os relatórios podem ser utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho ambiental demonstrando várias iniciativas como conformidade com leis e regulamentos, padrões de desempenho e as diversas iniciativas empregadas no dia a dia da empresa.

2.2.1 Dimensão econômica

A dimensão econômica da sustentabilidade está relacionada aos impactos gerados pelas atividades da organização nas condições econômicas das partes interessadas: sociedade civil, clientes, trabalhadores, acionistas, fornecedores. Segundo GRI (2017) os indicadores econômicos apresentam o fluxo de capital entre diferentes *stakeholders* e os principais impactos econômicos da organização sobre a sociedade como um todo. Além disso, deve informar o desempenho econômico, presença de mercado e impactos indiretos causados por suas atividades.

Outros fatores que devem ser considerados são os objetivos de desempenho econô-

mico, documentos demonstrando o comprometimento da empresa como políticas, utilização de meios de divulgação para interessados internos e externos, divulgação de metas, estratégias, resultados obtidos, riscos e oportunidades de melhoria. Para relatar essas informações devem ser utilizados, além dos indicadores fornecidos pelo GRI, outros indicadores específicos para a organização.

2.2.2 Dimensão ambiental

A dimensão ambiental da sustentabilidade se refere à influência dos impactos organizacionais nos sistemas naturais como fontes de água, terra, qualidade do ar. Os indicadores dessa dimensão estão relacionados à produção de resíduos, emissão de gases poluentes, preservação da biodiversidade e gastos com o meio ambiente. Outros fatores são conformidade com regulamentos ambientais, avaliação dos riscos e impactos ambientais.

Segundo GRI os aspectos ambientais que devem ser considerados para a produção de um relatório de sustentabilidade são: materiais, energia, água, biodiversidade, emissões, efluentes e resíduos, produtos e serviços; conformidade, transporte e geral. Como no caso dos indicadores econômicos, os indicadores ambientais devem ser utilizados tanto os disponíveis nas diretrizes do GRI quanto os específicos de cada organização.

2.2.3 Dimensão social

A dimensão social da sustentabilidade refere-se aos impactos gerados pela atividades organizacionais nos vários sistemas sociais. Os indicadores dessa dimensão levam em consideração aspectos como direito do trabalhador, responsabilidade da empresa com seus produtos e serviços e direitos humanos. Há também um grande destaque para as informações sobre a forma de gestão pela empresa dos itens citados acima. Para isso é tomada como referência A Declaração Tripartite sobre Empresas Multinacionais e Política Social da OIT (em particular, as oito convenções da OIT identificadas como fundamentais) e as Diretrizes da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) para Empresas Multinacionais deverão ser os principais pontos de referência para um relato conciso (GRI).

As informações mais relevantes para produzir um relatório dessa dimensão estão relacionadas a vários fatores com o mais alto cargo responsável por gerir questões sociais da empresa, treinamento de funcionários, conscientização das pessoas internas e externas à empresa. Também é muito importante que sejam relatadas as medidas de correção e prevenção de problemas, certificações, principais resultados, dentre outras informações.

2.3 Gestão da Tecnologia da Informação

O desenvolvimento sustentável também se tornou assunto recorrente na estratégia de gestão das empresas. Uma área importante em que a sustentabilidade ganhou maior relevância nos últimos tempos foi a gestão da tecnologia da informação. Diversas ferramentas e metodologias estão acessíveis a gestores de diferentes organizações.

Inicialmente a tecnologia da informação chegou nas empresas para resolver problemas menos complexos que não necessitavam de ferramentas mais elaboradas, no entanto, com o desenvolvimento tecnológico, a área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) se tornou um ponto de fundamental importância para o sucesso de organizações públicas e privadas. Para Pessoa (2016) a TIC é o principal mecanismo para o crescimento da chamada economia do conhecimento.

Deste modo, para que a organização consiga alcançar seus objetivos, ela deve gerir suas tecnologias do mesmo modo que faz com os seus negócios. Ou seja, como processos, métodos, métricas e variáveis mensuráveis. (RODRIGUES, 2009). Essa gestão obtém um melhor desempenho quando utiliza ferramentas e frameworks apropriadas como o Cobit, ITIL, PMI, CMMI, ISO 2000, eSCM e outros.

Em seus estudos, Laesen, Pedersen e School (2006) elencou as principais ferramentas usadas atualmente:

ITIL: (*Information Technology Infrastructure Library*) é um *framework* que fornece um conjunto de boas práticas e é focado nos processos críticos do negócio.

COBIT: (*Control Objectives for Information and Related Technology*) essa ferramenta inclui medição do desempenho, medição de resultados, uma lista de fatores críticos de sucesso que fornecem as melhores práticas para cada processo de TI. e um modelo de maturidade para aumentar a capacidade dos tomadores de decisão.

ASL: (*Application Service Library*) é uma coleção de guias de boas práticas para o desenvolvimento e manutenção de aplicações. Ele é o padrão em gerenciamento de aplicativos e se assemelha ao ITIL em relação ao mapeamento de processos fornecendo um rigoroso e coerente guia de domínio público.

CMM/CMMI: (*Capability Maturity Model*) é uma metodologia usada para desenvolver e refinar o processo de desenvolvimento de *software* da empresa. O CMM foi desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento de *Software*, um centro de pesquisa e desenvolvimento patrocinado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O modelo estabelece cinco

níveis de maturidade dos processos de software. Diferente do CMM que segue o modelo de engenharia de *software* em cascata, o CMMI usa o modelo iterativo e é mais orientado aos resultados.

Além das ferramentas, é importante que o quadro de funcionários tenha profissionais com experiência e conhecimento em cada uma das ferramentas de gestão de TI. Segundo Correia (2019) o profissional mais importante no gerenciamento de TI é o gerente de TI ou CIO (*Chief Information Officer*). Ele é o responsável por coordenar a equipe de trabalho, fornecendo insumos e orientando os membros para o alcance dos objetivos.

O CIO deve ser alguém dotado de habilidades como comunicação, trabalho em equipe, conhecimento em gerência de projetos, proatividade, entre outras competências. Para Correia (2019) os deveres do gerente de TI são:

- Elaborar o planejamento estratégico de TI
- Planejar e administrar os projetos
- Assegurar o apoio dos processos por parte da TI
- Dar suporte aos projetos e priorizá-los
- Definir a Governança de TI
- Fazer o monitoramento e apresentação dos indicadores
- Assegurar a informações
- Obter e distribuir recursos de TI.

A gestão de TI é estruturada sob três bases principais: pessoas, processos e tecnologia. A tecnologia dá suporte para que as pessoas possam interagir com os processos. Além desses três pilares, Correia (2019) descreve as atividades que são responsabilidades da gestão de TI:

- 1) Manter o desempenho de serviços
- 2) Promover a transformação digital da empresa
- 3) Manter a satisfação dos usuários e clientes dos serviços
- 4) Fazer a gestão da equipe de TI

- 5) Gerenciar riscos que a TI pode causar à organização
- 6) Dar suportes aos processos
- 7) Alinhar o uso da TI aos objetivos estratégicos

Deste modo, o setor de TI deixa de ser um departamento de menor importância e passa a ocupar posição de destaque no processo decisório organizacional. As decisões tomadas nesta seção podem determinar se a empresa conseguirá alcançar seus objetivos e se ela será competitiva em um ambiente cada vez mais dependente dos produtos de tecnologia.

No entanto, a sustentabilidade desse novo sistema de negócio baseado na tecnologia da informação depende do direcionamento por princípios de governança corporativa, eficiência energética, além de aspectos sociais e ambientais (MATSUDA, 2017).

2.3.1 Governança de TI

Antes de falar sobre o conceito de governança de TI (GTI) é necessário entender o que é governança corporativa (GC). A definição de GC está no Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC). Este código foi elaborado no ano de 1999 e define GC como o “sistema pelo qual as empresas e demais organizações são dirigidas, monitoradas e incentivadas” (IBGC, 2015, p. 19).

A GC se baseia em quatro princípios: transparência, no qual as partes interessadas são munidas de informações; equidade, que representa tratamento justo entre todos; prestação de contas; e responsabilidade corporativa, princípio este que preza pela sustentabilidade no planejamento estratégico da organização.

A GC é responsabilidade da alta administração e pode proporcionar à empresa uma melhora nos processos organizacionais, monitoramento das atividades, avaliação da empresa e também o alinhamento entre os objetivos estratégicos e os interesses de outras partes (WIEDENHÖFT; KLEIN, 2013).

A Governança de Tecnologia da Informação GTI é uma parte integrante da GC. Ela considera a estrutura, aspectos de liderança e os processos que permitem que a corporação atinja seus objetivos estratégicos com o auxílio da tecnologia da informação.

A governança de TI engloba os processos para fazer o alinhamento entre os esforços do negócio e a área de TI. Isto é feito por meio da efetivação do controle de TI eficaz, da

prestação de contas (accountability), desempenho e gerenciamento de riscos. (CORREIA; ÁGUA, 2021)

Quadro 3 – Comparação entre GC e GTI

Governança corporativa	Governança de TI
Direcionamento estratégico	Alinhamento estratégico
	Entrega de valor por meio da TI; explorando oportunidades e maximizando benefícios
Gerência de desempenho	Gestão de desempenho; uso responsável dos recursos de TI
Gestão de risco	Gestão de risco; apropriada gestão dos riscos provocados pela TI
Políticas e procedimentos	
Controle e prestação de contas	

Fonte: adaptado de (POLLARD, 2006)

Em estudos desenvolvidos por Lunardi *et al.* (2007) , executivos de empresas apontaram as ferramentas de Governança de TI que mais afetam a gestão da Tecnologia da informação. Dentre tais ferramentas, aquela que teve mais indicações foi o Planejamento Estratégico de TI (PETI).

Outras ferramentas que foram bastante citadas no estudo do autor foram a análise de viabilidade de projeto de TI e a criação de comitês para projetos específicos de TI. O primeiro para avaliar os benefícios e riscos de cada projeto antes de sua execução. O segundo, para a criação de equipes temporárias formadas por profissionais de TI e de outras áreas trabalhando no projeto durante seu ciclo de vida.

Segundo Fagundes (2017) , cada empresa possui seu próprio projeto de governança de TI. Não existe uma receita que deve ser seguida. Conforme o autor, inicialmente deve-se fazer uma mudança comportamental e cultural entre os participantes da equipe do projeto.

3 TI verde

Nas últimas décadas, a tecnologia da informação (TI) ficou cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. *Smartphones*, computadores, televisores “inteligentes”, é grande a gama de opções à disposição dos clientes no mercado hoje em dia. Essa tendência de aumento do consumo de produtos tecnológicos também se evidencia em empresas e em outros tipos de organizações. Isso acontece pois os produtos de TI são grandes facilitadores para a execução dos processos organizacionais e também das atividades diárias dos usuários comuns. Entretanto, o uso desses equipamentos, não traz apenas benefícios. Eles aumentam o consumo de energia elétrica, além de aumento na quantidade de resíduos eletroeletrônicos .

Outros problemas são o consumo de papel e tinta para impressão, o aquecimento de servidores, a destinação do equipamento antigo ou obsoleto. Além disso, a vida útil dos equipamentos eletrônicos está cada vez menor, devido à constante atualização desse tipo de produto. A cada dia surge um modelo novo de um mesmo produto, isso contribui para o aumento da produção do chamado lixo eletrônico.

Para reduzir a produção de resíduos eletrônicos, o SEBRAE (2013) recomenda que seja feito um mapeamento dos processos para atingir a ecoeficiência. Para isso devem ser feitas alterações na matéria-prima, na tecnologia e nos procedimentos como descrito no Quadro 4

Quadro 4 – Maneiras de reduzir a produção de resíduos

Alterações de matérias-primas	Substituição de matérias-primas; Purificação de matérias-primas.
Alterações de tecnologia	Mudanças no processo; Mudanças no arranjo dos equipamentos e tubulações; Automatização; Redução no consumo de água e energia.
Mudanças de procedimentos/práticas operacionais	Prevenção de perdas; Treinamento de pessoal; Segregação.

Fonte: (SEBRAE, 2017)

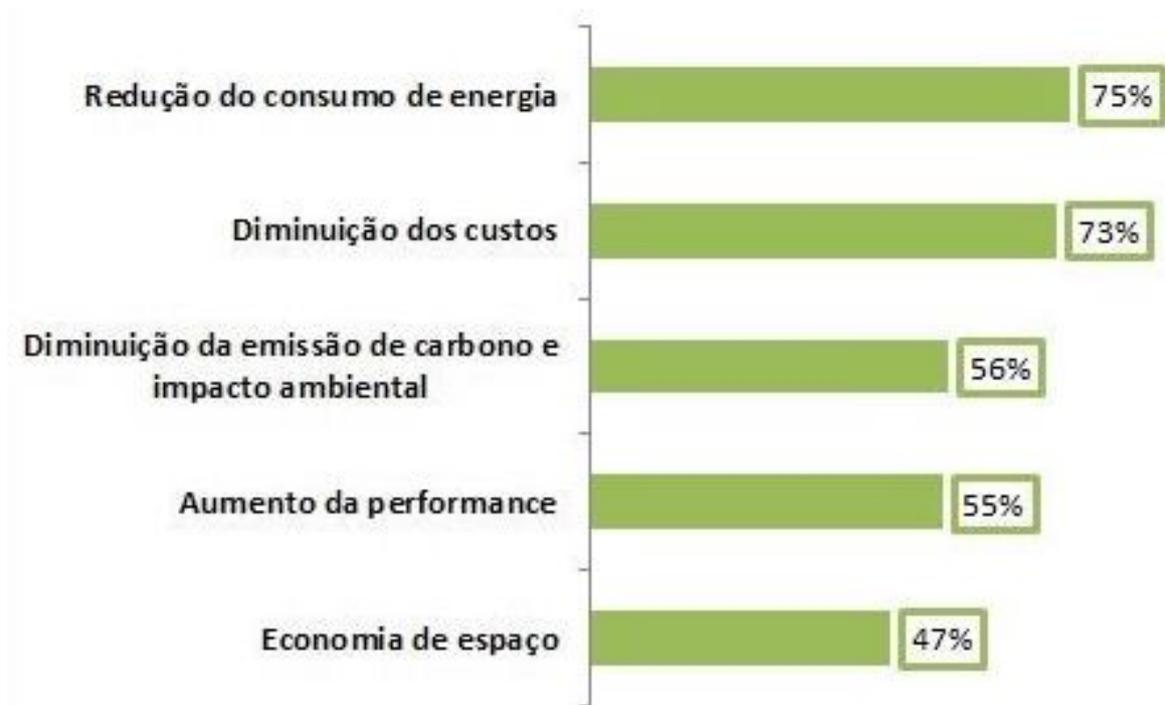
Devido a esses e outros problemas, surgiu a necessidade de o desenvolvimento de práticas voltadas a minimizar os efeitos nocivos causados pela utilização da tecnologia da informação. Essa tendência é conhecida como tecnologia da informação verde ou TI verde. Para Murugesan (2008) a TI verde pode ser definida como um conjunto de práticas que contemplam a concepção, fabricação, uso e descarte de computadores, servidores e subsistemas associados (monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento) e as redes e sistemas de comunicações, da forma mais eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto sobre o meio ambiente.

As práticas de TI verde estão diretamente ligadas ao conceito de sustentabilidade, pois o consumo de energia, um dos principais “vilões” no uso da tecnologia da informação, gera a produção de gases causadores do aumento da poluição do planeta além de representar uma fração significativa dos gastos financeiros da empresa. Segundo Molla (2009) reduzir custos e aumentar a eficiência energética dos ativos de TI são as principais prioridades dos gerentes de tecnologia.

Vários esforços estão sendo feitos no intuito de diminuir os gastos com energia elétrica que vêm aumentando junto com a popularização dos equipamentos eletrônicos. Uma das soluções para esse problema é o emprego da modernização dos grandes data centers, equipamentos que consomem bastante energia. Estima-se que servidores e centros de dados consomem 1,5% de toda a energia dos estados unidos e custam 4,5 bilhões de dólares todo ano. (MOLLA, 2009). Além disso, o descarte inadequado de resíduos eletrônicos dispensa no solo metais pesados gerando grande desequilíbrio ambiental (FARIA; MARTINS; SIQUEIRA, 2016). Essas práticas, segundo Lunardi, Simões e Frio (2014), aliadas a substituição de equipamentos antigos por outros mais eficientes aparecem como as mais usadas pelas grandes empresas.

Por este motivo, as corporações devem implantar práticas sustentáveis de TI verde nos seus processos produtivos. Dentre estas práticas pode-se citar o investimento na modernização dos equipamentos por meio da aquisição de outros mais econômicos, eficientes e que consomem menos energia. Inserir formalmente nos seus regulamentos normas que tenham como objetos a adoção de tecnologias verdes no dia a dia organizacional. Além de conscientização de colaboradores internos e externos à organização para a importância da adoção de processos sustentáveis. Outra importante iniciativa é o investimento em dispositivos recicláveis e reutilizáveis diminuindo a quantidade de lixo eletrônico produzido e conseqüentemente o impacto à natureza.

Gráfico 1 – Rasões e benefícios de usar práticas de TI Verde



Fonte: (MARUGESAN, 2008) Tradução Nossa

Para que todos os procedimentos descritos acima se concretizem, além de haver uma conscientização da sociedade é necessário que se desenvolvam normas e regulamentos para auxiliar os tomadores de decisão para que façam o correto manejo dos equipamentos eletrônicos em direção às práticas verdes. No Brasil tem a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) instituída por meio da lei 13.305. Esta lei determina diretrizes para a destinação final do lixo eletrônico. Outra importante norma é a ABNT NBR ISO 14001, baseada na norma internacional ISO 14001 que define o Sistema de Gestão Ambiental nas organizações.

Para Pinto e Savoie (2011) atualmente, as práticas de TI verde são economia de energia, virtualização de servidores e *desktops*, descarte e reciclagem, videoconferência e economia de papel. Empresas no Brasil e no exterior já estão utilizando essas práticas sustentáveis. Eles acreditam que com isso pode acarretar numa melhoria da imagem da organização perante a população. Entretanto, há resistência por parte de algumas empresas para a implantação de práticas de TI verde nos seus procedimentos organizacionais, pois os gestores entendem que com isso pode haver um aumento dos custos para a organização.

Com base em artigos extraídos de diferentes revistas e sítios eletrônicos especializados em tecnologia da informação, Lunardi, Simões e Frio (2014) dividiram as práticas de TI verde nas seguintes categorias:

- 1) Práticas de conscientização;
- 2) *Datacenter* verde;
- 3) Descarte e reciclagem;
- 4) Fontes alternativas de energia;
- 5) *Hardware*;
- 6) Impressão; e
- 7) *Software*

Dentre as práticas de conscientização têm-se as campanhas de conscientização, a escolha de fornecedores verdes, as políticas de sustentabilidade das empresas, os trabalhos por videoconferência, prédio verde, comitês de sustentabilidade e a análise de eficiência energética.

Na categoria *Datacenter Verde*, o autor elencou as práticas de consolidação de servidores e *desktops*, modernização do *datacenter* e a terceirização de servidores. Em descarte e reciclagem as principais práticas foram, reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos; descarte correto, recolhimento de materiais, doação ou entrega de equipamentos, estímulos para os recicladores, regulamentação e a troca do equipamento antigo por um novo (trade-in).

A próxima categoria, fontes alternativas de energia, conta com as práticas do uso de energias renováveis, aproveitamento do calor para outros fins e o aproveitamento da água.

Já em *hardware*, as principais práticas adotadas pelas organizações foram o uso de equipamentos mais eficientes, substituição do monitor CRT por LCD, eliminação de elementos nocivos nos produtos, produtos com componentes reciclados e o aumento do ciclo de vida dos equipamentos.

A categoria impressão também conta com importantes práticas para o desenvolvimento sustentável. Dentre elas estão a terceirização de impressão, monitorar impressões, digitalização de documentos, impressão frente e verso, consolidação de impressoras, e o uso de papel reciclado.

Por último, na parte de software as principais práticas são a implantação de sistemas de gerenciamento de energia, uso de aplicativos mais eficientes, sistemas para projetar produtos mais eficientes além de sistemas de controle de emissão de gases.

Deste modo, a incorporação de práticas de TI Verde nos processos da organização pode ser feito de muitas maneiras. O'Neil (2010), Bose e Luo (2012) elencam as formas de implantar práticas de Ti verde nas organizações, são elas:

- 1) Compra de *hardware* que consomem menos energia
- 2) Consolidação e virtualização - técnicas que consistem em diminuir a quantidade de servidores físicos pela substituição por servidores virtuais
- 3) Redução de temperatura nos *datacenters*
- 4) Uso de *thin clients* - ferramenta que reduz o consumo de energia e diminui a produção de lixo eletrônico
- 5) Reciclagem e descarte de equipamentos
- 6) Diminuir consumo de papel
- 7) Conscientização dos profissionais

Uso de videoconferência: neste caso, as reuniões da empresa são realizadas, de preferências usando ambientes virtuais. Isso reduz a necessidade de deslocamento de funcionários diminuindo a queima de combustíveis fósseis que liberam CO_2 na atmosfera, um dos responsáveis pelo aumento da temperatura do planeta.

Consolidação de servidores: nesta prática, em vez de manter vários servidores físicos, a organização utiliza uma única máquina com vários máquinas virtuais. Isso reduz o consumo de energia elétrica e os gastos com infraestrutura.

Substituição de monitores: os novos monitores da tecnologia lcd consomem menos energia do que os antigos equipamentos de tubo de imagem (CRT). A substituição desses equipamentos representa uma grande economia para a organização, além de reduzir o espaço necessário para acondicioná-los.

Ecofont: É um tipo especial de fonte de impressão de textos em que são inseridos pequenos círculos dentro dos traços que formam as letras. Esses círculos não são preenchidos com tinta, o que possibilita uma maior economia na hora de imprimir documentos.

Terceirização da impressão: a terceirização permite um maior controle das impressões e diminui os gastos com manutenção dos equipamentos. A empresa controla o que foi impresso e por quem. Esse gerenciamento evita o gasto desnecessário de papel.

Em seus estudos, Salles *et al.* (2016) também faz um levantamento das principais práticas de TI verde implantadas em empresas de diferentes setores. A autora analisou três estudos de caso e listou as práticas com seus respectivos benefícios, motivos que levaram à sua implantação, além das dificuldades enfrentadas por cada setor para que tudo funcionasse corretamente. Os resultados indicam que as principais práticas de TI Verde envolvem: controle de recursos, terceirização de servidores e impressoras, virtualização, substituição de equipamentos, coleta seletiva e descarte correto (SALLES, 2016). Uma síntese das iniciativas de TI verde praticada em cada estudo de caso se encontra no Quadro 5:

Quadro 5 – Práticas de sustentabilidade de três empresas de diferentes setores

Empresa A	Empresa B	Empresa C
<ul style="list-style-type: none"> • Virtualização • Monitores LCD • Digitalização de documentos • Ecofonte • Proteção de tela • Controle de impressão • Reutilização de papel • Equipamentos mais eficientes • Reciclagem • Descarte correto • Controle de consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualização • Monitores LCD • Controle de impressões • Reutilização de papel • Thin Clients • Terceirização de impressão • Equipamentos mais eficientes • Reciclagem • Doação de Equipamentos • Descarte correto • Reutilização • Nota fiscal Eletrônica • Fornecedores com selo verde 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualização • Monitores LCD • Digitalização de documentos • Controle de impressões • Terceirização de impressão • Equipamentos mais eficientes • Reciclagem • Doação de Equipamentos • Descarte correto • Reutilização • Terceirização de servidores • Nota fiscal Eletrônica • Política de sustentabilidade • Controle de consumo

Fonte: adaptado de (SALLES, 2016)

Portanto, existe uma extensa quantidade de práticas de TI Verde que podem ser aplicadas pelas corporações, minimizando os impactos negativos do aumento do uso da

tecnologia da informação no dia a dia da empresa. Aliado a isso, um termo relativamente novo vem ganhando cada vez mais espaço: a computação em nuvem ou computação nas nuvens. Além disso, as arquiteturas de computadores mais atuais estão deixando as máquinas mais eficientes em relação ao consumo de energia.

3.1 Computação em nuvem

O termo computação em nuvem vem do inglês *cloud computing* e é usado para designar uma forma de acessar arquivos, ferramentas e outros recursos tecnológicos, sem que estes estejam instalados no computador do usuário, bastando que ele possua acesso à *internet* (AMOROSO, 2012).

Os principais benefícios da computação em nuvem são: redução de custos, fornecimento de serviços padronizados de TI, facilidade de mensuração, pagamento somente do que for utilizado, inovação, disponibilidade e escalabilidade. (MENDONÇA; SOUSA NETO, 2019)

A computação em nuvem possui três espécies de serviços de TI que podem ser adotados pela corporações: *Software* como um serviço (SaaS), Infraestrutura como um Serviço (IaaS) e Plataforma com um Serviço (PaaS) (SOBRAGI; MAÇADA; OLIVEIRA, 2014). Além disso, os modelos para a implantação da computação em nuvem podem ser público, privado, híbrido e comunitário.

Devido a maior facilidade de acesso aos recursos computacionais e da economia proporcionada pela computação em nuvem grande parte das empresas estão migrando seus *datacenters* para soluções na nuvem e também investindo em virtualização de computadores (HDI BRASIL, [s.d]). Com isso, busca-se a redução do uso de equipamentos físicos, gerando economia de recursos e espaço.

3.2 Arquitetura x86 versus ARM

Os processadores x86 são construídos baseado na arquitetura CISC (*Complex Instruction Set Computers*). Como o próprio nome sugere, essa arquitetura possui um conjunto de instruções complexas. Esse tipo de processamento é predominante em *notebooks* e *computadores de mesa*, equipamento que necessitam executar tarefas de maior complexidade (TECMUNDO, 2017).

Por outro lado, os processadores ARM são construídos com base na arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), um conjunto de instruções simplificado em relação ao CISC. O RISC geralmente é utilizado em dispositivos móveis e sua principal

característica é a eficiência. Por possuir comandos mais simples, os dispositivos com processadores ARM tendem a diminuir o consumo de energia e gerar menor aquecimento em seus componentes. (TECMUNDO, 2021)

3.3 Dispositivos Single Board Computer

Um *Single Board Computer (SBC)*, que em uma tradução literal significa computador de placa única, é um dispositivo computacional em que processador, memória, entrada e saída, entre outros recursos, estão combinados em uma única placa (TECNOBLOG, 2021). Por possuir uma estrutura simplificada, um SBC fornece um sistema embarcado com menos problemas e conflitos que tornam o sistema lento (BAE SYSTEMS, 2021)

Figura 2 – Exemplo de single board computer



Fonte: Tecnoblog

Devido ao número reduzido de circuitos, conectores e *drivers*, o custo geral de um SBC é menor que de um computador de mesa ou *notebook*. *Os SBCs também possuem outras vantagens em relação aos computadores pessoais: eles são menores, mais leves e consomem menos energia elétrica* (TECHOPEDIA, 2017).

4 Metodologia

Inicialmente foi feita uma pesquisa em artigos sobre o tema TI verde de modo a identificar as principais práticas sustentáveis aplicadas por empresas em seus processos produtivos. Foi pesquisado no mecanismo de busca *google* os termos TI verde, indicadores de sustentabilidade, gestão ambiental, gestão de tecnologia da informação e governança de TI. Também foram pesquisados os termos em inglês, *green IT*, *IT governance*, *IT management*, entre outros.

Para a pesquisa também foram utilizadas sentenças completas como por exemplo, a frase: como mensurar a sustentabilidade de uma organização.

Para refinar mais as buscas, foram utilizadas as ferramentas, pesquisa avançada e *google acadêmico*. Além do *google* e *google acadêmico*, a pesquisa foi feita em outros mecanismos de busca específicos como a biblioteca eletrônica Scielo Brasil, *Spell*, *ResearchGate* e em revistas eletrônicas. Também foram utilizados operadores booleanos (AND, OR E NOT) nos mecanismos de busca de modo a deixar a pesquisa mais precisa .

Outra forma de busca foi através dos próprios artigos pesquisados na fase anterior. Por meio das citações e das referências bibliográficas dos textos consultados, foram identificados outros artigos e materiais de consulta diversos que serviram de base para este trabalho.

O critério para inclusão dos trabalhos encontrados foi definido da seguinte forma: após a procura dos textos nos mecanismos de busca, foi feita uma leitura principalmente das seções resumo, metodologia e resultados.

A partir desse ponto, aqueles nos quais foram encontradas informações relevantes para serem incorporadas ao trabalho foram incluídos para uma leitura mais detalhada e separados em pastas nomeadas com as respectivas áreas de conhecimento (gestão ambiental, indicadores, sistemas de informação verde, computação verde, governança de TI e TI verde). Os outros artigos foram armazenados em uma pasta chamada “excluídos”.

Em um segundo momento, foi feita uma busca para mapear as principais práticas de TI verde implantadas nas empresas dentro e fora do Brasil. Baseado na classificação de periódicos da Plataforma Sucupira, disponível no site <https://sucupira.capes.gov.br> Foram consultados artigos científicos publicados em conceituadas revistas sobre administração e tecnologia da informação e ciências ambientais.

A busca na plataforma CAPES foi feita da seguinte maneira: no campo “EVENTO DE

CLASSIFICAÇÃO”, foi selecionada a opção “SELEÇÃO DE PERIÓDICOS QUADRIÊNIO 2013-2016”. Depois foi feita a busca pelo ISSN. Outras fontes de informação foram sítios eletrônicos especializados em informática, TI verde e *sites* governamentais. Os principais sites foram “sustentabilidade.sebrae.com.br”, “PCWORLD”, “INFO ONLINE”, “euax.com.br” e “hardware.com.br” A partir desta pesquisa foi possível identificar as principais iniciativas adotadas por empresas atualmente.

Figura 3 – Plataforma capes para classificação de periódicos

The image shows a web form titled "Qualis Periódicos". It contains the following elements:

- * Evento de Classificação:** A dropdown menu with the selected option "CLASSIFICAÇÕES DE PERIÓDICOS QUADRIÊNIO 2013-2016".
- Área de Avaliação:** A dropdown menu with the selected option "-- SELECIONE --".
- ISSN:** A text input field with a checked checkbox and the value "1677-3071".
- Título:** A text input field with a checked checkbox and an empty field.
- Classificação:** A dropdown menu with the selected option "-- SELECIONE --".
- At the bottom right, there are two buttons: "Consultar" (highlighted in blue) and "Cancelar".

Fonte: plataforma sucupira/capes

Devido à pandemia de coronavírus, que causa a doença covid-19, a fase de entrevistas nas empresas para validar os dados coletados não pôde ser executada. A crise sanitária causada por esta doença requer como uma das práticas de prevenção o distanciamento social, portanto, as empresas não estavam abertas às atividades que seriam desenvolvidas. Conseqüentemente, a fase de desenvolvimento de um questionário para ser aplicado nas organizações também não foi elaborada.

5 Resultados e Discussão

5.1 Resultados

A busca proposta na metodologia deste trabalho resultou no encontro de um pouco mais de 62 estudos. Estes foram divididos entre às áreas de indicadores de sustentabilidade, sistemas de gestão ambiental, sistema de informação verde, computação verde, governança de TI e tecnologia da informação verde. Os principais trabalhos encontrados constam no Quadro 6 Estes trabalhos trazem um mapeamento das principais técnicas de TI Verde e gestão de TI, além de metodologias para a criação de modelos de mensuração da sustentabilidade.

Os conceitos apresentados nos trabalhos serviram de fundamentação teórica para criação de uma ferramenta de mensuração da sustentabilidade nas empresas quanto ao uso de equipamentos eletrônicos. Para isso, percebeu-se que para a criação de tal ferramenta é necessário fazer um mapeamento das principais práticas de TI verde empregadas pelas organizações em seus processos produtivos.

Em seguida, dentre os itens encontrados são selecionados aqueles que funcionem como indicadores de sustentabilidade, estes são adaptados em forma de pergunta. As perguntas são agrupadas por categorias ou dimensões (tabela 1).

Em outra etapa, o instrumento é avaliado por especialistas que contribuem com informações que consideram importante. O objetivo desta fase é a avaliação dos indicadores coletados previamente. Desta forma, baseado em documentos que orientam a elaboração de relatórios de sustentabilidade, são incluídos novos indicadores, outros são excluídos, realocados e readaptados. Para fazer isso, Lunardi, Alves e Salles (2014) sugerem que seja feita a validação de face e conteúdo, o pré-teste e a revisão do instrumento.

Depois que os especialistas avaliam as variáveis que compõem o instrumento de coleta de dados e suas respectivas dimensões, vem a fase de testes em que o questionário é aplicado em diferentes empresas. Nesta fase, Cunha e Oliveira (2019) propõem a utilização de uma escala de importância de 0 a 3 para cada respostas aos itens do questionário. As respostas com *score* 3 representam um comportamento desejável para a empresa e o *score* 0 representa uma deficiência da organização naquele quesito específico.

Quadro 6 – Principais trabalhos

Estudo	Autores	Título	Ano
E1	LUNARDI <i>et al.</i>	Desenvolvimento de uma Escala para Avaliar o Grau de Utilização da Tecnologia da Informação Verde pelas Organizações	2014
E2	FARIA <i>et al.</i>	TI Verde: mito ou realidade na indústria digital brasileira	2016
E3	MATSUDA e PINOCHET	Análise das Principais Práticas de TI Verde com o Uso de Tecnologias Emergentes: Estudo Multicaso	2017
E4	CUNHA e OLIVEIRA	Apiário Organizacional do Meio Ambiente: Instrumento de Mensuração do Nível de Gestão Ambiental	2019
E5	MURUGESAN	Harnessing Green IT: Principles and Practices.	2008
E6	MOLLA	Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and motivations models	2009
E7	LUNARDI <i>et al.</i>	TI verde: Uma Análise dos Principais Benefícios e Práticas Utilizadas pelas Organizações	2014
E8	RODRIGUES <i>et al.</i>	O Desenho da Gestão da Tecnologia da informação nas 100 Maiores Empresas na Visão dos executivos de TI	2009
E9	LUNARDI <i>et. al</i>	Impacto da Adoção de Mecanismo de Governança de Tecnologia da Informação no desempenho da gestão de TI: uma análise baseada na percepção dos executivos	2010

Dados do estudo

Em E1, o autor faz um mapeamento das principais práticas de TI verde utilizadas pelas empresas. Como resultado foram identificados 28 itens que foram adaptados em forma de pergunta gerando um questionário. Os itens foram divididos em cinco categorias: consciência socioambiental, ações sustentáveis, *expertise* ambiental, monitoramento das atividades de TI e orientação ambiental. O instrumento foi submetido a avaliação de especialistas e validado com base em métodos estatísticos. Para a validação foram utilizadas as metodologias propostas por (KOUFTEROS, 1999) como análise fatorial exploratória (AFE), alfa de *Cronbach* e da correlação item-total corrigido (CITC).

Assim, o autor concluiu que as categorias, orientação ambiental e ações sustentáveis são as mais desenvolvidas no que se refere a TI verde nas organizações. Além disso, o

empenho da alta administração incentivando a aplicação de práticas sustentáveis teve maior aceitação entre os respondentes do formulário.

A presença de uma orientação ambiental no instrumento é apontada como um importante indício que a empresa realmente está engajada em aplicar ações de responsabilidade ambiental. Dentre as perguntas do questionário, o incentivo a reciclagem é apontada pelos especialistas como sendo a iniciativa mais eficaz.

No quesito “ações sustentáveis”, as iniciativas escolhidas como sendo as mais efetivas foram remover equipamentos fora de uso e escolher aqueles mais eficientes considerando o consumo de energia.

Para as categorias “monitoramento” e “*expertise* ambiental”, as atividades de controle de custos com manutenção aparecem como sendo as mais efetivas de monitoramento. As atividades menos efetivas são as de monitoramento de impressão e gerenciamento do consumo de energia dos equipamentos. O conhecimento de como as tecnologias computacionais podem funcionar de forma mais eficiente e de quais tecnologias podem ser encontradas disponíveis no mercado tem uma efetividade moderada no quesito *expertise* ambiental. A identificação de tendências mais limpas e econômicas e a presença de programas de conscientização sobre o uso racional de tecnologias computacionais aparecem como pouco efetivas.

Por último, a categoria consciência socioambiental é apontada como a menos efetiva entre as dimensões. Todos os itens desta dimensão foram considerados como de efetividade moderada.

Tabela 1 – Dados obtidos de (LUNARDI et al, 2014). Primeira coluna, principais itens divididos por categorias. Segunda coluna, valores representando a efetividade.

Orientação Ambiental	3,73
Incentiva a reciclagem de produtos computacionais	4,06
Faz comunicação constante para apagar a luz ao sair, usar o modo descanso e desligar o computador após seu uso.	3,75

Orientação Ambiental	3,73
Ações Sustentáveis	3,72
Faz remoção dos equipamentos computacionais que não estão em uso.	3,89
Tem feito suas últimas aquisições tecnológicas levando em consideração a eficiência energética.	3,75
q06. Possui produtos computacionais eficientes em termos de energia.	3,68
Monitoramento	3,33
Controla os custos com manutenção dos equipamentos computacionais.	3,68
Gerencia o desempenho dos equipamentos computacionais.	3,47
Controla a impressão de documentos feita pelos funcionários.	3,11
Expertise Ambiental	3,30
Tem conhecimento sobre como diferentes tecnologias computacionais podem funcionar de forma mais eficiente.	3,60
Busca novas formas de redução do consumo de energia dos produtos computacionais	3,53
Tem conhecimento sobre as tecnologias computacionais mais limpas e eficientes existentes no mercado.	3,47
Consciência Socioambiental	3,21
Possui estratégias e políticas para a utilização de recursos naturais (água, luz, papel).	3,35
Procura parceiros comerciais que têm preocupações ambientais.	3,32

FONTE: Adaptado de LUNARDI et. al (2014)

O estudo E2 fez uma análise das principais práticas de TI verde aplicadas por empresas brasileiras do ramo de tecnologia da informação. A pesquisa foi desenvolvida com base nos relatórios de sustentabilidade disponíveis nos *sites* das respectivas empresas. Foi constatado que muitas dessas corporações desenvolvem seus relatórios com base nos critérios da GRI, considerando as dimensões, social, ambiental e econômica. Das empresas consultadas, a *itautec* foi a que obteve melhor resultado: possuía relatório de sustentabilidade em seu *website*, possuía processo de logística reversa e mantinha um sistema de gestão ambiental.

E3 fez um mapeamento das práticas de TI verde empregadas por empresas. O

estudo foi desenvolvido para estabelecer relações e classificar práticas de tecnologia de informação verde apresentadas em E1. Como resultador os autores, consultando gestores de grandes empresas, fez modificações no modelo apresentado, acrescentando práticas atuais e agrupando categorias semelhantes.

E4 criou um instrumento de mensuração do nível de gestão ambiental de pequenas e médias empresas. Na primeira fase do estudo foi feita uma análise documental em que foi feita a seleção dos indicadores de sustentabilidade para compor a ferramenta. Na segunda fase, foi feita a análise de viabilidade do instrumento.

Foram analisados documentos que orientam a criação de relatórios de sustentabilidade e a adoção de práticas de gestão ambiental como o GRI, AA1000, SA800 e Balanço Social. Com base nesses documentos, o autor identificou 9 dimensões da gestão ambiental: conformidade, insumos, biodiversidade, saídas, produtos e serviços, investimentos, fornecedores, queixas e reclamações, e resultados.

.Para cada dimensão foram elaboradas quatro questões relacionadas as práticas de gestão ambiental. Cada questão pode ser avaliada em uma escala de 0 a 3:

- 0 - Representa que as práticas não fazem parte das atividades da empresa
- 1 - Representa que as práticas às vezes fazem parte das atividades da empresa
- 2 - Representa que as práticas sempre fazem parte das atividades da empresa
- 3 - Representa que as práticas fazem verdadeiramente parte das atividades da empresa

O somatório das pontuações significa o quão a empresa se importa com a implantação de práticas de gestão ambiental em suas atividades. 24 pontos significadas que a organização se importa pouco sobre questões de gestão ambiental; 25 a 28 pontos quer dizer que ela se preocupa um pouco mais com questões ambientais; e de 49 a 72, significa que a empresa considera as iniciativas de gestão ambiental muito importante.

E5 faz uma abordagem holística das principais práticas de TI verde, destacando as razões para sua implantação e benefícios que essas iniciativas trazem as corporações. O estudo destaca que o objetivo principal da TI verde é a redução do consumo de energia. Para isso, desligar os equipamentos quando estiverem em uso, uso de protetores de tela, uso de *thin-client* aparecem como as principais práticas para a redução do consumo de energia.

Outro aspecto destacado é a necessidade de modernização dos *datacenters*, equipamentos que consomem muita energia. A virtualização e o uso de equipamentos *eco-friendly* são apontados como uma das formas de atingir eficiência energética nesses equipamentos.

E6 é um trabalho empírico que busca entender quais são as motivações que levam as empresas a adotarem práticas de TI verde em seus processos organizacionais. Ele mapeia as iniciativas mais usadas pelas empresas utilizando questionários validados por processos estatísticos como análise de correlação, alfa de Cronbach e correlação item-total corrigido.

Através de uma análise de 202 anúncios publicados na *internet*, E7 identificou 37 práticas de TI verde utilizadas por diversas empresas. Essas práticas foram divididas por categorias considerando o critério temático. A medida que os itens eram citados nos anúncios, foram atribuídos valores representando o número de indicações de cada item. Além de mapear as práticas de TI verde mais citadas, o autor procurou demonstrar seus principais benefícios para as corporações e, conseqüentemente, para a sociedade.

E8 busca expor como as organizações estão adotando a gestão da tecnologia da informação nos seus processos e considera a visão dos executivos de TI. No estudo percebe-se qual é o desenho da gestão de TI dentro das 100 empresas pesquisadas e as principais técnicas apontadas pelos executivos consultados. buscou-se identificar o grau de maturidade das empresas na gestão de TI, identificando as principais práticas utilizadas.

E9 faz uma relação entre a adoção de mecanismos de governança de tecnologia da informação e seus impactos na gestão da tecnologia da informação na empresa. Primeiro foi feita a revisão da literatura para identificação de variáveis mensuráveis para compor o instrumento de pesquisa. Os 35 itens encontrados foram adaptados em forma de questão e distribuídos por categorias. O instrumento foi encaminhado para a avaliação de especialista, identificando os mecanismos de governança mais utilizados em suas empresas. Os resultados identificam muitos mecanismos de governança de TI

E10 propõe um modelo conceitual com orientações ambientais, estratégias, práticas de TI Verde e sistemas de informação verde. Basicamente o trabalho busca demonstrar a relação entre as iniciativas de sistemas da informação verde e os benefícios que elas proporcionam as corporações. O estudo revisa o conceito de TI Verde e SI Verde, conceitua o que é estratégia de TI Verde, estratégia de SI Verde e práticas de TI verde. Além disso, desenvolve um instrumento de medição

Para encontrar os fundamentos teóricos das áreas de TI Verde e sistemas da informação verde, E11 faz uma revisão da literatura relacionada a essas áreas. Com base nesses

descobertas, os conceitos de TI verde e SI verde são definidos. Em seguida uma gama de práticas de TI verde são apresentadas em um catálogo de medidas. As iniciativas de SI verde, que permitem processos de negócios e produtos finais ambientalmente sustentáveis são categorizadas e consolidada em uma lista de práticas relevantes. O estudo fornece uma visão geral dos construtores teóricos e medidas de implementação orientadas para a prática.

Considerando os artigos selecionados na metodologia deste trabalho, foram identificados 45 variáveis (tabela??). Inicialmente as variáveis foram divididas em 7 construtores seguindo o critério de pertinência (LUNARDI, 2014).

E12 trata-se de um levantamento das ferramentas para análise do desenvolvimento sustentável empregadas no meio acadêmico e em empresas. Os autores buscaram identificar os principais indicadores de sustentabilidade destacando o *Global Reporting Initiative*, *Ethos*, *Ecological Footprint*, *Dashboard of Sustainability* e o *Barometer of Sustainability*.

Com base nos artigos e *sites* estudados; além de outras fontes como a ISO 14001 e *global reporting initiative*, foram encontradas 44 variáveis distribuídas por 7 categorias ou dimensões:

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- Aplicativos eficientes
- Uso de energias renováveis
- Utilizar equipamentos *Energy Star* ou com outros selos verdes
- Tecnologia de gerenciamento de energia.
- Compra de *hardware* eficiente de energia.
- Equipamento mais eficiente
- Análise de eficiência energética

SOFTWARE E HARDWARE EFICIENTES

- Sistemas para projetar produtos mais eficientes
- Sistemas de controle - emissão de gases, qualidade da água

- Aumento do ciclo de vida dos produtos
- Eliminação de componentes nocivos nos produtos
- Aproveitamento da água
- Aproveitamento do calor para outros fins
- Prédio verde
- Trabalho/video conferência
- Reconsiderar redundâncias

RECICLAGEM E DESCARTE

- Trade-in incentivo a entrega do equipamento antigo na compra de um novo
- Recolhimento de materiais.
- Descarte correto.
- Uso de papel reciclado
- Produtos novos com componentes reciclados
- Estímulo para recicladores.
- Doação ou entrega de equipamentos
- Reciclagem. e descarte de equipamentos

CONSCIENTIZAÇÃO

- Envolver a gerência no processo de TI verde
- Conscientização dos clientes sobre TI verde
- Conscientização dos fornecedores sobre TI verde
- Conscientização dos funcionários sobre TI verde

IMPRESSÃO

- Uso de multifuncionais
- Consolidação de impressoras
- Impressão frente-e-verso
- Digitalização de documentos
- Terceirização de impressão
- Economia no consumo de papel

DATACENTER VERDE

- Terceirização de servidores.
- Modernização do *datacenter*.
- Uso de *thin clients*.
- Redesenhar o sistema de resfriamento
- Redução de temperatura dos *datacenters*.
- Consolidação e virtualização.

POLÍTICA REGULAMENTOS

- Política de sustentabilidade
- Uso do terno TI verde
- Fornecedores verdes
- Comitês de sustentabilidade

Depois de identificadas as variáveis e dimensões, o Quadro 7 apresenta a descrição de cada uma das categorias:

Quadro 7 – Descrição das dimensões que comporão o instrumento de coleta de dados

Categoria	Descrição
Eficiência energética	Avalia se a empresa desenvolve ações para diminuir o consumo de energia elétrica, evitando o gasto desnecessário de eletricidade
Software e Hardware	Avalia se a empresa investe em equipamentos e programas mais eficientes
Reciclagem e descarte	Avalia se a empresa incentiva a reciclagem de materiais e o descarte correto de equipamento fora de uso.
Conscientização	Avalia se a empresa investe em campanhas de conscientização de funcionários e outras partes interessadas de ações relacionadas ao desenvolvimento sustentável
Impressão	Avalia se a empresa desenvolve ações para minimizar o consumo de papel e a utilização de equipamentos de impressão
<i>Datacenter verde</i>	Avalia se a empresa investe na modernização de <i>datacenters</i> e servidores e na diminuição do uso desses equipamentos
Conformidade	Avalia se as práticas da empresa estão de acordo com as exigências da legislação.

Fonte: elaborado pelo autor

5.2 Discussão

Na maioria dos estudos os atores enfatizaram a necessidade de se consultar especialista demonstrando a importância de ter a opinião desses profissionais. Geralmente, foram consultadas pessoas com alguma formação acadêmica ou que trabalham em áreas relacionadas a tecnologia da informação.

Os estudos E1 e E3 possuem certa semelhança, pois ambos apresentam um questionário como instrumento para avaliar o grau de efetividade das práticas de TI verde utilizadas

pelas corporações. Logo depois, os dois estudos utilizam os modelos estatísticos, análise de correlação, alfa de *Cronbach* e correlação item-total corrigido, para validar os itens e sua correspondência com as respectivas dimensões. Desta forma, é atribuído um grau de relevância a cada variável. Isso demonstra a importância de utilizar tais modelos no processo de criação de ferramentas para mensurar a sustentabilidade de uma corporação.

Observando os dados obtidos em E8, foi possível identificar práticas de TI verde utilizadas por empresas do segmento de tecnologia da informação como positivo e itautec. Por exemplo, a itautec em seus relatórios de sustentabilidade, demonstrou participar de grupos de trabalho destinados a desenvolver ações para o descarte de resíduos eletroeletrônicos. A empresa também desenvolve outras iniciativas de TI verde como a fabricação de produtos eficientes em relação ao consumo de energia, o monitoramento da emissão de gases causadores do efeito estufa e a manutenção de um moderno centro de reciclagem em suas dependências.

Já a empresa positivo, ela relata possuir ações para reduzir os impactos ambientais relacionados as suas atividades produtivas. Algumas dessas práticas são tratamento de resíduos, reciclagem e conscientização de clientes e fornecedores. No *website* da empresa contém guias para a adoção de práticas sustentáveis como as relacionadas a economia de energia elétrica, doação de computadores usados, além de descarte e destinação dos produtos.

Semelhante aos estudos E1 e E3, o estudo E9 também consiste em uma pesquisa direcionada a executivos especialistas em suas áreas. Os três estudos identificam variáveis mensuráveis que são convertidas em forma de pergunta formando um questionário. Entretanto, o estudo 9 trata de variáveis relacionadas a governança de TI, enquanto E1 e E3 trata de práticas de TI verde.

Assim como o estudo E2, o estudo E4 procurou demonstrar os benefícios de utilizar práticas de TI verde nos processos organizacionais.

O estudo E3 propõe melhorias nas categorias ou dimensões de TI verde apresentadas em E7. Por exemplo, a categoria “práticas de conscientização” apresentada em E7. Os autores propõem que a subcategoria “análise de eficiência energética” seja removida, pois, já possui outra similar no estudo.

Outras modificações sugeridas são a junção das subcategorias “Consolidação de servidores” e “Consolidação de *desktops*”, pertencentes a categoria “Datacenter Verde”, em uma mesma subcategoria. Ao longo do texto, várias modificações são apresentadas, formando uma nova categorização

6 Conclusão

Com a evolução da tecnológica que ocorreu entre o século XX e o início do século XXI, vieram muitos problemas ambientais causados pelo acúmulo de gases como CO₂ na atmosfera. Também os resíduos eletrônicos foram crescendo sua produção, necessitando de tratamento especial para evitar que seu descarte na natureza cause desequilíbrio ambiental.

Neste contexto, foram surgindo muitos conceitos novos relativos a busca da sociedade de minimizar os impactos negativos causados pelo uso descontrolado da tecnologia da informação. TI verde, computação verde e sistemas da informação verde, são algumas das expressões que apareceram no vocabulário dos estudiosos da área de sistemas da informação.

Partindo desse princípio, surge este trabalho, propondo uma ferramenta para mensurar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas empresas.

Dentro das propostas do início do projeto, a parte teórica dos objetivos gerais e específicos foram atingidos. Através de uma extensa revisão bibliográfica, foram identificadas as práticas de TI verde usadas nos processos organizacionais. Além disso, foram detectadas as ferramentas e técnicas de gestão ambiental e gestão da tecnologia da informação para auxiliar na implantação da TI verde nas empresas. A maior parte das variáveis encontradas são mensuráveis servindo para a construção de indicadores de sustentabilidade.

Dessa forma, as contribuições desse trabalho consistiram na identificação das variáveis e conceitos gerando os alicerces para o desenvolvimento de trabalhos futuros. Uma das principais limitações que ocorreu na pesquisa foi causada pela crise sanitária mundial do coronavírus, agente patógeno que causa a doença COVID-19. A situação pandêmica em que se encontra o planeta impediu que as consultas com os responsáveis pela área de TI das empresas pudessem ser feitas. Nessa fase aconteceria a validação do instrumento de coleta de dados junto aos especialistas.

Para que haja mais aprofundamento e entendimento sobre o tema, sugerem-se alguns trabalhos futuros. O primeiro é adaptar as variáveis descritas na seção 5.1 em forma de pergunta gerando um questionário. Este questionário deve ser levado para revisão de especialista em TI verde que vão sugerir modificações, caso necessário. Em seguida, para aplicar modelos estatísticos como análise fatorial exploratória, alfa de Cronbach, correlação item-total corrigido ou outros similares.

Referências

- ABNT. **Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso**. 2015.
- AMOROSO, D. **O que é Computação em Nuvens?** 2012. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/computacao-em-nuvem/738-o-que-e-computacao-em-nuvens-.htm>. Acesso em: Acessado em 15 set 2021.
- BAE SYSTEMS. **What are single-board computers**. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/2ZlwpcE>. Acesso em: 20 set. 2021.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/GEST%C3%83O_AMBIENTAL_EMPRESARIAL/GEJnDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover. Acesso em: 18 Mai. 2021.
- BELLEN, H. M. van. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 256 p. ISBN 85-225-0506-3.
- BOSE, R.; LUO, R. Green IT adoption: A process management approach. **International Journal of Accounting and Information Management**, v. 20, n. 1, p. 63 – 77, Fevereiro 2012.
- BROCKE, J. vom *et al.* Green IS–Information Systems for Environmental Sustainability. **Business Information Systems Engineering**, v. 4, p. 47 – 47, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259218572_Green_IS--Information_Systems_for_Environmental_Sustainability. Acesso em: 16 Mai. 2021.
- CUNHA, M. H. M. da; OLIVEIRA, O. V. de. Apiário organizacional do meio ambiente: instrumento de mensuração do nível de gestão ambiental. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, v. 13, n. 3, p. 24 – 43, set./dez. 2019.
- FAGUNDES, E. **A Metodologia 5S e a Gestão de TIC**. 2017.
- FARIA, A. C. de; MARTINS, M. da S.; SIQUEIRA, L. D. TI Verde: Mito ou Realidade na Indústria Digital Brasileira. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 15, n. 1, Janeiro 2016.
- FERREIRA, G. H. C. **Gestão ambiental**. [S.l.]: Educacional S. A., 2015. ISBN 978-85-8482-234-8.
- HDI BRASIL. **A tal da TI Verde: 8 dicas para chegar lá!** [s.d]. Disponível em: <https://hdibrasil.com.br/conteudo/a-tal-da-ti-verde-8-dicas-para-chegar-la>. Acesso em: 19 set. 2021.
- LAESEN, M. H.; PEDERSEN, M. K.; SCHOOL, K. N. IT Governance: Reviewing 17 IT Governance Tools and Analysing the Case of Novozymes A/S. In: **39th Hawaii International Conference on System Sciences - 2006**. [S.l.: s.n.], 2006. p. 195 – 195.
- LOESER, F. *et al.* How IT executives create organizational benefits by translating environmental strategies into Green IS initiatives: Organizational benefits of Green IS strategies and practices. **Information Systems Journal**, v. 27, Jul. 2017.

LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. Desenvolvimento de uma escala para avaliar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas organizações. **R. Adm.**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 591 – 605, Setembro 2014.

LUNARDI, G. L. *et al.* Governança de TI no Brasil : uma análise dos mecanismos mais difundidos entre as empresas nacionais. In: ANAIS DO SEGET, 2007, Resende. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Resende, 2007.

LUNARDI, G. L.; SIMÕES, R.; FRIO, R. S. TI Verde: uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. **Revista Eletrônica de Administração - REAd**, v. 20, n. 1, p. 1 – 30, Abril 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-23112014000100001&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 out 2017.

MENDONÇA, C. M. C. de; SOUSA NETO, M. V. de. Serviços da computação em nuvem e sua relação com os arranjos de Governança de TI e o alinhamento estratégico. **REVISTA DE TECNOLOGIA APLICADA - RTA**, v. 8, n. 2, p. 41 – 62, Agosto 2019.

MOLLA, A. Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and Motivation Models. In: SYSTEMS, A. for I. (Ed.). **Pacific Asia Conference on Information Systems - PACIS**. [S.l.: s.n.], 2009.

MURUGESAN, S. Harnessing Green IT: Principles and Practices. **IEEE Computer Society**, Janeiro 2008.

PINTO, T. M. da C.; SAVOINE, M. M. Estudo Sobre TI Verde e sua aplicabilidade em Araguaína. **Revista Científica do Itpac**, v. 4, n. 2, Abril 2011.

SALLES, A. C. *et al.* Tecnologia da Informação Verde: Um Estudo sobre sua Adoção nas Organizações. v. 20, n. 1, p. 41 – 63, Janeiro 2016.

SEBRAE. **Como Reduzir a Geração de Resíduos Sólidos nos Negócios**. 2013.

SOBRAGI, C. G.; MAÇADA, A. C. G.; OLIVEIRA, M. CLOUD COMPUTING ADOPTION: A MULTIPLE CASE STUDY. **BASE - Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 11, n. 1, Março 2014.

TECHOPEDIA. **What Does Single-Board Computer (SBC) Mean?** 2017. Disponível em: <https://www.techopedia.com/definition/9266/single-board-computer-sbc>. Acesso em: 20 ser. 2021.

TECMUNDO. **Qual a diferença de um processador ARM para um x86?** 2017. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/produto/119693-diferenca-processador-arm-um-x86.htm>. Acesso em: 17 set. 2021.

TECMUNDO. **O que é um processador ARM?** 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/produto/211758-processador-arm.htm>. Acesso em: 17 set. 2021.

TECNOBLOG. **O que é um single board computer?** 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/489429/o-que-e-um-single-board-computer/>. Acesso em: 19 set. 2021.

WIEDENHÖFT, G.; KLEIN, R. H. Identificação de Mecanismos para Atender os Objetivos e Princípios de Governança de TI na Visão de Profissionais da área. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 12, n. 2, Outubro 2013.