



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

ERALDO COELHO DIAS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
VERDE NO CAMPUS PAULISTA – IFPE**

RECIFE

2024

ERALDO COELHO DIAS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
VERDE NO CAMPUS PAULISTA – IFPE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira
Domingues
Orientador

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Coorientador

RECIFE

2024

D541i

Dias Júnior, Eraldo Coelho.

Implementação de Políticas da Tecnologia da Informação verde no campus Paulista - IFPE. / Eraldo Coelho Dias Júnior. – Recife, PE: O autor, 2024.
97 f. ; il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Domingues.
Coorientador Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2024.

Inclui referências.

1. Ecodesenvolvimento. 2. Sustentabilidade. 3. TI Verde. 4. Tribunais de Gestão Ambiental. I. Domingues, Marco Antonio de Oliveira. (Orientador). II. Silva, Hernande Pereira da. (Coorientador). III. Título.

004.07

CDD (22 Ed.)

ERALDO COELHO DIAS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
VERDE NO CAMPUS PAULISTA - IFPE**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Domingues
Orientador - MPGA / IFPE

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Coorientador - MPGA / IFPE

Prof. Ms. Anderson Luiz Souza Pereira
Examinador Externo

Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva
MPGA / IFPE

Prof. Dr. Carlos Julian Menezes Araújo
Examinador Externo

Dedico esta dissertação a minha Família e Amigos, vocês que foram meu alicerce ao longo desta jornada. À minha família, agradeço pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por acreditarem em mim em todos os momentos. Aos meus amigos, sou grato pela compreensão, pelas palavras de encorajamento e por estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder saúde, força e sabedoria para enfrentar e superar os desafios ao longo desta jornada. Sua presença constante me guiou e me sustentou em todos os momentos.

À minha amada esposa Larissa e ao meu querido filho Rafael, minha gratidão eterna pelo amor, paciência e apoio incondicional e foram minha fonte de inspiração e motivação.

À minha mãe Lucinéia e à minha Irmã Micheline, agradeço o amor, carinho, compreensão e encorajamento, vocês sempre acreditaram em mim e me ofereceram o suporte necessário para que eu pudesse seguir em frente.

À minha sogra Maria José e meu sogro Jussy, agradeço pelo acolhimento, amor e pela torcida constante. Seu apoio e carinho foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar plenamente a este trabalho.

Aos meus Professores orientadores Dr. Marco Domingues e Dr. Anderson Moreira, pelo incentivo, compreensão, orientação e amizade.

Ao amigo George Gaudêncio, cujo incentivo foi decisivo para que eu embarcasse neste Mestrado. Seu encorajamento, amizade e compreensão foram essenciais para que eu mantivesse a motivação e a perseverança.

A todos vocês, meu profundo agradecimento. Esta vitória é compartilhada com cada um de vocês.

RESUMO

No contexto da sustentabilidade no meio tecnológico, existe a crescente necessidade da implantação de políticas sustentáveis na área da Tecnologia da Informação (TI) e um conjunto de práticas essenciais, para a busca de um ambiente ecologicamente correto. Essas práticas visam mitigar os impactos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade, tendo em vista desafios como o crescimento populacional, a produção de resíduos, a escassez de recursos naturais e as mudanças climáticas. Com o objetivo de implantar as políticas de TI Verde, foram criadas métricas, pontuações e apontamentos para sua utilização e implantação, com base em pesquisas quantitativas e qualitativas na literatura e nas legislações e políticas vigentes. Foi desenvolvido um padrão metodológico para monitorar a usabilidade dos computadores, possibilitando seu remanejamento dentro da instituição visando uma maior eficiência e o seu correto descarte, caso seja necessário e realizado e também, realizado uma simulação de economia com a implantação de um sistema de energia fotovoltaica dentro do Campus. Como resultado, foram realizadas análises estatísticas de utilização dos computadores, cálculos de apontamentos para eficiência energética, além da criação de um produto para classificar o nível de sustentabilidade aplicada na instituição e a sugestão de um selo sustentável. Todos os resultados e estratégias deste trabalho resultam em uma completa ferramenta para o alcance da sustentabilidade em uma instituição de ensino, incitando eficiência energética, aquisição responsável, uso consciente e descarte adequado de equipamentos eletrônicos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Padrão Metodológico. TI Verde.

ABSTRACT

In the context of sustainability in the technological environment, there is a growing need to implement sustainable policies in Information Technology (IT) and a set of essential practices, in the search for an ecologically correct environment. These practices aim to mitigate negative impacts on the environment and society, considering challenges such as population growth, waste production, scarcity of natural resources and climate change. With the aim of implementing Green IT policies, metrics, scores and notes were created for their use and implementation, based on quantitative and qualitative research in the literature and current legislation and policies. A methodological standard was developed to monitor the usability of computers, enabling their relocation within the institution aiming for greater efficiency and correct disposal, if necessary and carried out, and carrying out a savings simulation with the implementation of a photovoltaic energy system. within the Campus. As a result, statistical analyzes were carried out on the use of computers, calculations of notes for energy efficiency, in addition to the creation of a product to classify the level of sustainability applied in the institution and the suggestion of a sustainable seal. All results and strategies from this work result in a complete tool for achieving sustainability in an educational institution, encouraging energy efficiency, responsible acquisition, conscious use and proper disposal of electronic equipment.

Keywords: Sustainability. Methodological Standard. Green IT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de um Planejamento Organizacional.....	29
Figura 2 - Síntese dos procedimentos da pesquisa.	38
Figura 3 - Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica em 2023 [GW] - Entrada em Operação.....	42
Figura 4 - Irradiação Solar no Plano Horizontal em Paulista - PE.....	44
Figura 5 - Print da interface SCOPUS após procedimentos de busca.	52
Figura 6 - Print da interface WOS após procedimentos de busca.	54
Figura 7 - Categorias, práticas e benefícios da TI Verde.	55
Figura 8 - Print do script utilizado no RStudio.....	71
Figura 9 - Print da execução dos comandos finais do Script (merge e write).	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Questão 3 do Questionário.....	58
Gráfico 2 - Questão 4 do Questionário.....	58
Gráfico 3 - Questão 5 do Questionário.....	59
Gráfico 4 - Questão 6 do Questionário.....	59
Gráfico 5 - Questão 7 do Questionário.....	60
Gráfico 6 - Média diária dos recursos (RAM e CPU).	61
Gráfico 7 - Histograma da Frequência na medição (RAM).	62
Gráfico 8 - Histograma da Frequência na medição (CPU).	62
Gráfico 9 - Identificação dos Outliers da amostra total (RAM).	63
Gráfico 10 - Identificação dos Outliers da amostra total (CPU)	64
Gráfico 11 - Média diária dos recursos (RAM e CPU).	65
Gráfico 12 - Histograma da Frequência na medição (RAM).	65
Gráfico 13 - Histograma da Frequência na medição (CPU).	66
Gráfico 14 - Identificação dos Outliers da amostra total (RAM).	67
Gráfico 15 - Identificação dos Outliers da amostra total (CPU).	67
Gráfico 16 - Produção Científica Anual.	73
Gráfico 17 - Three-Field Plot Keyword-plus (left), Keyword (middle) and Countries (right).	74
Gráfico 18 - Palavras mais frequentes.	74
Gráfico 19 - Rede de co-ocorrências.	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Práticas da Sustentabilidade	22
Quadro 2 - Consumo Energético – Janeiro à Junho (2024).....	43
Quadro 3 - Etapas de busca do volume de artigos sobre “Green IT” publicados na SCOPUS no período de 2019 a 2023.	51
Quadro 4 - Etapas de busca do volume de artigos sobre “Green IT” publicados na WOS no período de 2019 a 2023.	53
Quadro 5 - Necessidade nº 18 PDTI (2019-2023).....	56
Quadro 6 - Dados Estatísticos da Medição.....	60
Quadro 7 - Dados de identificação dos outliers.....	63
Quadro 8 - Dados Estatísticos da Medição.....	64
Quadro 9 - Dados de identificação dos outliers.....	66
Quadro 10 - Média de utilização nos setores administrativos.	67
Quadro 11 - Média de utilização no laboratório de ADS.	68
Quadro 12 - Valores gerados em kWh por mês	70
Quadro 13 - Estimativa de Economia Mensal	70
Quadro 14 - Benefícios obtidos através da adoção de diferentes práticas verdes adotadas na área de TI.	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	19
2.1.1 Uso Consciente da TI.....	20
2.1.2 Ferramentas Computacionais.....	21
2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A TI VERDE	22
2.2.1 Eficiência energética.....	25
2.2.2 Descarte de lixo eletrônico	26
2.2.3 Cidades sustentáveis e Internet das Coisas	27
2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO (PE)	29
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS	30
2.4.1 Panorama Atual da TI Verde	31
2.4.2 Estratégias e Práticas	32
2.4.3 Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade	33
2.4.4 Desafios	34
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 OBJETO DE ESTUDO	37
3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS PARA OTIMIZAÇÃO.....	37
3.2.1 Desenvolvimento	39
3.2.2 Monitoramento	41

3.3 SIMULAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA	42
3.4 SUGESTÃO DE SELO SUSTENTÁVEL TI VERDE	45
3.4.1 Métricas e Pontuações	47
3.4.2 Benefícios Esperados	49
3.4.3 Sugestão de Cronograma.....	50
3.5 PESQUISA QUANTITATIVA E EXPLORATÓRIA-QUALITATIVA.....	50
3.5.1 Pesquisa Quantitativa.....	51
3.5.2 Pesquisa Exploratória-qualitativa.....	54
3.6 CORRELAÇÃO COM O PDTI DO IFPE	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 ANÁLISE DO MONITORAMENTO	57
4.1.1 Formulário de Pesquisa	57
4.1.2 Análise Estatística das medições	60
4.3 ANÁLISE DA PESQUISA QUANTITATIVA	71
4.4 PRODUTO DA PESQUISA EXPLORATÓRIO-QUALITATIVA	75
4.4.1 Pontuação para Obtenção do Selo de Sustentabilidade na Área de TI.....	77
4.5 ANÁLISE DA CORRELAÇÃO COM O PDTI.....	79
5 CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A – RESULTADO DO FORMULÁRIO DE PESQUISA	88
APÊNDICE B – ESTRUTURA DO <i>SCRIPT</i> PYTHON (<i>BACKEND</i>).....	92
APÊNDICE C – ESTRUTURA DO <i>SCRIPT</i> PYTHON (<i>FRONTEND</i>).....	94

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, a sociedade e os meios de produção vêm passado por transformações, e as ações desenvolvidas pelas organizações têm impactado no ambiente natural. Em meio a isso, os pesquisadores da área de gestão incluem a avaliação do comportamento das organizações e os impactos ambientais provenientes de suas atividades organizacionais, considerando as práticas de responsabilidade social e ambiental implementadas por pressão social, normativa ou de entidades preocupadas com o uso adequado dos recursos naturais (Dao; Langella; Carbo, 2011).

Em paralelo, tem-se os aumentos da população mundial, que, segundo o Relatório Perspectiva da População Mundial 2024 (United Nations, 2024), a população mundial atingirá em 2024, a faixa de 8,2 bilhões e 10,3 bilhões em meados de 2080, o aumento da geração de resíduos, que segundo informações das Nações Unidas, deverá chegar em torno de 3,8 bilhões de toneladas por ano até 2050, as limitações de recursos naturais, mudanças climáticas, guerras, desigualdade social, entre outros aspectos relevantes.

Depois de muitos anos de exploração, dos recursos naturais e utilização de matérias-primas, a geração e o descarte irregular dos resíduos culminaram em vários tipos de contaminação, inclusive contaminação proveniente dos resíduos eletrônicos.

Considerando o mercado cada mês mais competitivo e a evolução do contexto econômico atual, provenientes dos investimentos crescentes em tecnologia, os modelos de negócios vêm sendo reformulados para se adequarem as novas faces da economia, integrando cada vez mais a sustentabilidade no mundo corporativo, com ênfase nos benefícios socioambientais, em vez de focar apenas no pilar financeiro (Theis; Schreiber, 2021).

No cenário brasileiro, a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, estabelece no seu art. 33 que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes.

Entre os resíduos sólidos gerados um tipo específico merece um foco especial pela sua característica de periculosidade ao meio ambiente, que são os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, denominados Resíduos Eletroeletrônicos (REEs), Resíduos Tecnológicos, ou simplesmente lixo eletrônico. Os REEs mais comuns são os aparelhos tecnológicos como computadores, tablets, impressoras, celulares, TVs, notebooks e diversos

outros equipamentos que sofrem com a obsolescência programada e perceptiva. (Natume; Sant'anna, 2011).

O descarte incorreto desses materiais pode ter graves consequências à saúde da população, causando danos através da poluição do solo, da água e do ar. Além disso, existe a população mais vulnerável, que geralmente estão em localidades que não possuem coleta domiciliar, e acabam se desfazendo dos seus resíduos nas proximidades de suas habitações, tornando o ambiente propício para o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças, entre outros fatores degradantes. (Silva; Oliveira; Martins, 2007).

Dados do Relatório do *The Global E-waste monitor* (UNITAR, 2022), realizado pela *United Nations Institute for Training and Research* (UNITAR) aponta:

O lixo eletrônico é um dos fluxos de resíduos que mais cresce. Em 2019, o mundo gerou 53,6 Mt. de lixo eletrônico – uma média de 7,3 kg per capita. Espera-se que a geração de resíduos eletrônicos aumente para 74,7 Mt. em 2030 e chegue a 110 Mt. em 2050, a menos que modifiquemos nossas práticas. Apenas 17% deles foram documentados como tendo sido gerenciados de maneira ambientalmente correta, permitindo assim a reciclagem de US\$ 9,4 bilhões em valor bruto em ferro, ouro, cobre e outras matérias-primas valiosas (UNITAR, 2022).

Conforme os dados mais recentes divulgados do *The Global E-waste monitor* (UNITAR, 2024), observa-se que:

O Brasil é o maior produtor de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) da América Latina e o 2º de todas as Américas, produzindo 2.400 milhões de toneladas ficando atrás apenas dos Estados Unidos 7.200 milhões de toneladas. (UNITAR, 2024)

Diante da problemática, em 21 de dezembro foi instituída a Lei Federal nº 14.479/2022, que estabelece a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão.

A adoção de políticas que promovem o desenvolvimento sustentável vem sendo direcionada a todos os setores da economia, seja por força normativa ou por iniciativas particulares. Nas organizações, essa postura tem sido marcada pela implementação de estratégias sustentáveis, redefinição de processos e utilização de tecnologias verdes que minimizem o impacto ambiental, seja por meio da redução do consumo de energia ou da produção de resíduos (D'Souza, *et al.*, 2006). Assim, quando as empresas centram seus esforços no uso ambientalmente responsável da TI e se preocupam em adotar estratégias

ou políticas voltadas à responsabilidade socioambiental ou a eco consciência nos negócios, tem-se a denominada Tecnologia da Informação Verde, ou TI Verde (Molla, 2009).

A implementação de uma gestão inteligente de TI surge como uma estratégia para organizações mitigarem os impactos negativos ao meio ambiente, otimizarem a eficiência energética, minimizarem resíduos e custos operacionais, e promoverem práticas sustentáveis (Salles; Lunardi; & Thompson, 2022).

Com isso, a TI Verde foi desenvolvida para lidar com problemas ambientais causados pela TI, e tem despertado a conscientização sustentável em muitas organizações (Hejri, *et al.*, 2022).

Em grandes instituições de ensino, assim como em grandes empresas, existe a necessidade do conhecimento dos requisitos e necessidades computacionais de cada setor, saber o que cada departamento necessita para desempenhar o seu trabalho/pesquisa de forma eficaz sem haver prejuízos e/ou desperdícios.

A realização de uma avaliação do parque tecnológico é constante e essencial para a execução de um Planejamento Estratégico (PE), verificando a conformidade entre necessidades e utilização dos diversos setores e definindo estratégias alinhadas com a TI Verde, que envolve a aquisição, uso consciente e o correto descarte de equipamentos eletrônicos.

O Planejamento Estratégico da Tecnologia da Informação (PETI) é um processo dinâmico e interativo para estruturar estratégica, tática e operacionalmente as informações organizacionais, a TI (e seus recursos) hardware, software, sistemas de telecomunicações, gestão de dados e informações), os sistemas de informação (estratégicos, gerenciais e operacionais), as pessoas envolvidas e a infraestrutura necessária para o atendimento de todas as decisões, ações e respectivos processos da organização (Rezende; Abreu, 2002).

As Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), dependem da TI nas atividades de ensino-aprendizagem, bem como na gestão administrativas, porém o crescente uso dos recursos tecnológicos pode gerar um efeito prejudicial ao meio ambiente (Segara; Hikmawati; Surendro, 2023).

As IFES devem começar a pensar nas questões ambientais, pois observa-se que elas geram muitos resíduos eletrônicos todos os anos, além de altos gastos com energia elétrica e papel.

Com isso, instituições de ensino e empresas procuram se adequar às normatizações existentes como a ISO 14001 de 2015 que é voltada para requisitos de um sistema de gestão

ambiental, com a ISO 50001 de 2011 que é voltada para eficiência energética e a ISO 20400 de 2017 que voltada para compras sustentáveis.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A pesquisa apresenta a necessidade de implementação de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação, considerando os impactos ambientais e a importância da TI Verde para promover um ambiente ecologicamente correto. A falta de políticas e ferramentas adequadas no IFPE evidencia a urgência de desenvolver estratégias alinhadas com os princípios da sustentabilidade, visando mitigar os impactos negativos e promover a conscientização sobre a importância da adoção de práticas responsáveis na área de TI.

Cabe ainda ressaltar que, durante as buscas por trabalhos correlatos, verificou-se que nenhum dos estudos encontrados, ofereceu um produto tecnológico para auxiliar nas tomadas de decisão e auxílio das políticas de TI Verde, sendo esta, uma contribuição diferenciada no presente trabalho. Os artefatos, aqui propostos, podem contribuir de forma significativa no processo de implantação das políticas de TI Verde nas instituições de ensino.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um padrão metodológico apropriado para monitorar a usabilidade do parque tecnológico do Campus Paulista do IFPE, possibilitando a mensuração dos equipamentos condizentes com sua utilização. O objetivo é incitar atualizações, descartes e remanejamentos conforme as necessidades, além de propor eficiência energética, políticas sustentáveis e a adoção de um selo sustentável, visando a implantação da TI Verde.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Criar um mecanismo de monitoramento para analisar o grau de utilização dos computadores;
- b) Efetuar a simulação de implantação de um sistema fotovoltaico no Campus, estimando a economia e a quantidade de energia gerada mensalmente;

- c) Propor um plano de implementação e reconhecimento de boas práticas sustentáveis voltados para a área de Tecnologia da Informação e propor a adoção de um selo sustentável dentro do Campus;
- d) Realizar uma análise de conteúdo na literatura e propor um procedimento sistemático para conscientização na adoção de práticas da TI Verde;
- e) Identificar pontos de convergência entre as estratégias estabelecidas no Campus, em relação ao Plano Diretor de Tecnologia da Informação (PDTI) do IFPE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por finalidade definir e detalhar os principais termos necessários para o entendimento do projeto. Serão abordados conceitos sobre a Tecnologia da Informação (TI), sobre o desenvolvimento sustentável e sua relação com a TI Verde e todo o envolvimento dos meios que envolvem a sustentabilidade em torno da TI.

2.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A expressão Tecnologia da Informação, ou TI, pode ser compreendida como a relação existente entre os recursos de informação da organização, seus usuários e a gerência que os supervisiona (Turban; Rainer; Potter, 2005). Nesse contexto, os recursos computacionais abrangem todos os sistemas de informação e infraestrutura de TI presentes na organização.

Para Toumi (2001), novas informações, comunicação e tecnologias computacionais estão mudando fundamentalmente a organização e o conteúdo de trabalho, enfatizando que pelo menos para alguns membros da sociedade, carreiras de trabalho de longa-vida estão se transformando em um mosaico onde trabalho produtivo, aprendizado e desenvolvimento de competência são inseparáveis.

O desenvolvimento da TI veio acompanhado de um preço a ser pago, sendo o impacto ambiental. Desse modo, surgiram novos valores sociais e os produtos ecologicamente corretos, os ditos produtos “verdes”, que visam a redução dos impactos ambientais nos desenvolvimentos de produtos e serviços (Lunardi; Simões; Frio, 2014).

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) engloba tecnologias e sistemas utilizados para processar, armazenar, transmitir e gerenciar informações. Ela desempenha um papel fundamental em praticamente todos os aspectos da vida moderna, desde a comunicação pessoal até as operações comerciais globais. No geral, a TIC continua a evoluir rapidamente, impulsionando mudanças significativas em todos os aspectos da sociedade e promovendo o bem-estar humano e o progresso social.

Os equipamentos de TIC abrangem uma ampla gama de dispositivos e sistemas, desde computadores pessoais e servidores até dispositivos móveis, redes de comunicação e outros dispositivos especializados. Essa diversidade de ferramentas facilita a coleta, processamento, armazenamento e transmissão de dados, garantindo a fluidez das operações em ambientes pessoais, empresariais e governamentais.

O contínuo crescimento do uso da TI fez surgir uma preocupação relacionada às questões ambientais ligadas ao descarte dos equipamentos eletrônicos, altas emissões de carbono e ineficiência energética. Somados os gastos necessários para manter a infraestrutura de TI com servidores, computadores, monitores e demais periféricos funcionando adequadamente, a área de TI representa a terceira maior fonte de consumo de energia dentro das grandes empresas (Salles *et al.*, 2013).

2.1.1 Uso Consciente da TI

O uso consciente dos equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é crucial por várias razões, refletindo não apenas preocupações ambientais, mas também considerações éticas, sociais e de segurança. Abaixo estão algumas das principais necessidades associadas ao uso consciente desses equipamentos:

1. Sustentabilidade Ambiental

- **Descarte Responsável:** Equipamentos eletrônicos, quando descartados inadequadamente, podem causar danos ambientais significativos devido à presença de substâncias tóxicas. Práticas de descarte responsável, como reciclagem e reutilização, são essenciais para minimizar o impacto ambiental.

2. Eficiência Energética

- **Consumo de Energia:** Muitos equipamentos de TIC consomem energia em grande quantidade. A conscientização sobre o consumo de energia e a escolha de dispositivos e infraestrutura mais eficientes energeticamente contribuem para a redução da emissão de carbono.

3. Segurança da Informação

- **Proteção de Dados:** A segurança cibernética é uma preocupação crescente. A conscientização sobre práticas de segurança, como o uso de senhas fortes,

atualizações regulares de software e a proteção contra ameaças digitais, é fundamental para proteger dados pessoais e empresariais.

4. Impacto Social e Ético

- **Inclusão Digital:** Garantir que o acesso à tecnologia seja equitativo é vital para evitar a criação de divisões digitais. A promoção da inclusão digital contribui para uma sociedade mais justa e igualitária.
- **Ética na Produção:** Conscientização sobre as condições de produção dos dispositivos, incluindo a origem dos materiais e as práticas de trabalho éticas, é crucial para apoiar a produção responsável.

5. Obsolescência Programada

- **Escolha Consciente:** O entendimento da prática de obsolescência programada, em que os fabricantes projetam dispositivos para terem uma vida útil limitada, incentiva os consumidores a fazerem escolhas mais conscientes, preferindo produtos duráveis e reparáveis.

6. Saúde Mental e Equilíbrio Digital

- **Uso Consciente do Tempo:** A conscientização sobre o tempo gasto em dispositivos digitais e a promoção de hábitos saudáveis de uso, especialmente entre crianças e jovens, contribui para a saúde mental e o equilíbrio digital.

7. Custos Financeiros e Recursos Naturais

- **Consumo Responsável:** Considerar a durabilidade, a necessidade real e o impacto financeiro na compra de novos dispositivos é fundamental para evitar desperdícios de recursos naturais e financeiros.

O uso consciente dos equipamentos de TIC é uma abordagem holística que equilibra o aproveitamento dos benefícios oferecidos pela tecnologia com a responsabilidade ambiental, social e ética. Essa abordagem não apenas preserva recursos para as gerações futuras, mas também promove uma sociedade digital mais equitativa e sustentável.

2.1.2 Ferramentas Computacionais

1. Ferramenta de otimização no processo de coleta de dados para fins de Inventário

Existem diversas ferramentas voltadas para coleta de dados de processamento em tempo real no mercado. Um dos problemas de se utilizar estas ferramentas, está no fato da complexidade para execução. Posteriormente, o perito terá que consolidar os resultados com alguma métrica padrão de forma a realizar seu relatório.

2. Ferramenta de Inventário Tecnológico

A principal ferramenta de controle patrimonial é o inventário, que além de atender uma necessidade gerencial, é obrigação legal, sujeito a auditorias internas e externas (Leão; Sousa, 2014). O inventário pode ser definido como procedimento de levantamento físico e financeiro de todos os bens móveis em locais determinados com a finalidade de compatibilizar o registrado com o existente, analisando sua utilização e estado de conservação (Cunha, 2011).

O controle eficaz de bens proporciona economia aos cofres públicos a curto prazo e a longo prazo fornece um panorama sobre a situação patrimonial das instituições. O registro do patrimônio, quando fidedigno, é ferramenta importante na elaboração do balanço patrimonial (Machado, 2015).

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A TI VERDE

A Agenda 2030 (United Nations, 2015) anuncia 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável com 169 metas associadas que são integradas e indivisíveis, refletindo diretamente no cuidado da importância voltada aos direitos humanos sem distinção.

Afirma também, que a natureza global da mudança do clima requer a maior cooperação internacional possível, visando acelerar a redução das emissões globais de gases de efeito de estufa e abordar a adaptação aos impactos negativos das mudanças climáticas e na conservação e utilização de forma sustentável os oceanos e mares, recursos de água doce, bem como florestas, montanhas e terras áridas e proteger a biodiversidade, os ecossistemas e a vida selvagem.

Dessa forma, através da pesquisa com base nos três pilares da sustentabilidade (Social, Ambiental e Econômico) descritos a seguir, no Quadro 1, são listadas algumas das principais práticas da sustentabilidade.

Quadro 1 - Práticas da Sustentabilidade

Pilar	Práticas da Sustentabilidade
-------	------------------------------

Social	• Política de desenvolvimento de carreira, salário, liderança, economia, objetivos, qualidade de vida etc.; • Desenvolvimento de pessoas (educação financeira, graduação, pós-graduação etc.); • Planos de aposentadoria para os funcionários; • Meritocracia na contratação e promoções; • Ações de acessibilidade e inclusão social; • Ações de gestão focadas em transparência e cumprimento da prevenção e combate à corrupção; • Questões sociais e de direitos humanos; • Doações financeiras para instituições de caridade; • Iniciativas financiadas por leis de incentivos; • Segurança digital (Privacidade e responsabilidade na internet); • Programa de pós-venda; • Gerenciamento de relação com o cliente na comunidade local; • Redes interdisciplinares em desenvolvimento sustentável; • Satisfação do cliente e do trabalhador; • Código profissional de conduta ética; • Transportes gratuitos para projetos sociais.
Ambiental	• Gerenciamento de fornecedores com aspectos sustentáveis e Gerenciamento de riscos ambientais; • Investimentos em novas tecnologias e atualização de infraestrutura sustentável; • Medidas de conscientização e educação ambiental; • Mapeamento no consumo de energia e plano para melhorar a eficiência energética; • Coleta de água da chuva para uso em operações; • Uso de combustíveis menos poluentes e redução na emissão de gases de efeito estufa; • Certificações ambientais e declarações de iniciativas sustentáveis; • Gerenciamento de resíduos (reutilização, reciclagem, compostagem e logística reversa); • Áreas e corredores verdes / Paisagismo sustentável; • Preocupações com a fauna, flora e biodiversidade.
Econômico	• Planejamento estratégico para implementação da sustentabilidade; • Investimento em segurança da informação, soluções de TI e recursos humanos; • Indicadores financeiros; • Uso de leis de incentivo; • Atividades em novos mercados estratégicos; • Possibilidade de gerar empregos; • Política, treinamento e padrão corporativo anticorrupção; • Investimento em novas tecnologias e atualização de infraestrutura;

	• Adaptação ao novo contexto econômico.
--	---

Fonte - O autor (2024).

O desenvolvimento da TI veio acompanhado do impacto ambiental, como um preço a ser pago. Desse modo, surgiram novos valores sociais e os produtos ecologicamente corretos, os ditos produtos “verdes”, que visam a redução dos impactos ambientais nos desenvolvimentos de produtos e serviços (Lunardi; Simões; Frio, 2014). O que tem acontecido atualmente é a dependência das pessoas quanto a esses produtos tecnológicos. Com isso, o movimento eco consciente de combater esses problemas ambientais na área tecnológica ganhou o significado de Tecnologia da Informação Verde (TI Verde), sendo essa uma alternativa para tornar as organizações mais cautelosas nas suas rotinas.

De acordo com Lunardi *et al.* (2014), a TI Verde é definida como “o estudo e a prática de projetar, produzir, utilizar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados – tais como monitores, impressoras, periféricos de armazenamento e sistemas de rede e comunicação [...]” de modo eficiente e eficaz, causando o mínimo, ou nenhum, impacto ambiental.

Devido ao aumento do consumo de energia, uso de recursos não renováveis, produção de lixo eletrônico e emissão de gases poluentes, surge o conceito de TI Verde (Green IT) nos Estados Unidos. Focado na área de Tecnologia da Informação, visa tornar essa área mais sustentável, reduzindo impactos negativos em todas as fases, desde produção e gerenciamento até utilização e descarte, visando a preservação dos ecossistemas (Murugesan, 2008).

As práticas de TI Verde aparecem com a intenção de aliar recursos disponíveis a políticas de sustentabilidade e economia, gerando benefícios as organizações e ao meio ambiente (Lunardi; Simões; Frio, 2014).

Algumas práticas importantes, citadas por Maitino *et al.* (2014), também merecem destaque: a virtualização, que possibilita a criação de sistemas operacionais virtuais em um mesmo equipamento e pode ser de um servidor, de estações de trabalho, de aplicações, de apresentação, de armazenamento; o gerenciamento eletrônico de documentos (GED) que consiste num sistema computacional com cinco funcionalidades básicas, são elas: captar, gerenciar, armazenar, distribuir e preservar a informação; o descarte do lixo eletrônico, um termo conhecido por todos para classificar as mensagens indesejadas que são enviadas para nosso e-mail.

A TI Verde também procura atingir a viabilidade econômica e melhorar o uso e o desempenho dos sistemas, respeitando as responsabilidades sociais e éticas. Contudo, estão

incluídas as dimensões de sustentabilidade ambiental, eficiência energética e custo total de propriedade, que inclui o custo de descarte e reciclagem. Assim, a TI Verde é pioneira na manifestação de práticas de negócio sustentáveis (Brooks; Wang; Sarker, 2010)

2.2.1 Eficiência energética

Eficiência energética é um conceito muito importante quando se trata de questões relacionadas à preservação do meio ambiente e da sustentabilidade. Trata-se da capacidade de um sistema, produto ou processo em realizar sua função com o mínimo possível de consumo de energia. Em outras palavras, a eficiência energética está relacionada à otimização do uso da energia.

Assegurar o acesso à energia limpa corresponde ao 7º dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). As metas foram criadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para cumprir com os acordos feitos na Agenda 2030. Seu princípio consiste em “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos”. A busca pela diminuição dos impactos socioambientais causados pelas fontes de energia tradicionais e pela preservação dos recursos naturais deu início ao uso de fontes de energia alternativas e com baixo custo ambiental, chamadas energias limpas. Além de serem praticamente inesgotáveis, as energias limpas podem apresentar impacto ambiental muito baixo.

Outra ideia bem-vinda é a automação do controle energético dos ambientes tecnológicos, envolvendo iluminação, refrigeração e computadores, como também a utilização de hardwares que consomem menos energia e usar equipamentos tecnológicos na linha de “certificados verdes” com menor emissão de carbono no seu ciclo de vida.

A eficiência energética é, basicamente, a obtenção de um mesmo serviço, trabalho, utilizando menos energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (Empresa de Pesquisa Energética, [s.d.]). Nesse contexto, é visto que com o crescimento da economia, populacional e os avanços tecnológicos o consumo de energia vem acompanhando esse aumento, segundo o Ministério de Minas e Energias.

Um dado importante para o alerta do crescimento da demanda de eletricidade no país, é a evolução do consumo total de eletricidade até 2031, onde em 2020 era de aproximadamente 540TWh e na pior das projeções o Brasil terá em 2031 um consumo de 725 TWh em 2031 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS, [s.d.]).

Em suma, a eficiência energética é uma questão crucial para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável. É preciso adotar uma abordagem integrada que envolva a adoção de tecnologias mais eficientes, a gestão adequada do consumo de energia e políticas públicas eficazes. A eficiência energética não é apenas uma necessidade, mas também uma oportunidade para se construir um futuro mais sustentável e próspero.

2.2.2 Descarte de lixo eletrônico

A sociedade, em sua maioria, não compra mais um produto, se este for obsoleto, e sim, se for considerado a tendência mais moderna no mercado. Logo, a vida útil desses equipamentos diminui, em consequência do consumo desenfreado das pessoas (Xavier; Carvalho, 2014).

De acordo com Wanderley *et al.* (2017), é preciso conscientizar e investir em campanhas para divulgar o descarte de forma correta do lixo eletrônico e, além disso, que as cidades mantenham pontos de recebimento em diferentes regiões, para facilitar que as pessoas entreguem esse lixo, ficando a cargo de entidades apropriadas reaproveitar ou encaminhar para a reciclagem.

Em 2022, um recorde de mais de 62 milhões de toneladas de equipamentos eletroeletrônicos foram descartados em todo mundo, um aumento de 82% em relação a 2010 segundo o *The Global E-Waste Monitor* (UNITAR, 2024). No Brasil, sendo o 5º maior produtor de lixo eletrônico no mundo, somente em 2019, mais de 2 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos foram descartados, sendo que menos de 3% foram reciclados (Tokarnia; Griesinger, 2021).

Todavia, essa abundância de lixo eletrônico gerado após o uso dos equipamentos tecnológicos, por motivos de falência dos mecanismos de funcionamento, ou por ter se tornado obsoleto, é o maior causador de problemas ambientais. Na produção de equipamentos eletrônicos são utilizadas diversas substâncias químicas como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo, cujos efeitos são prejudiciais tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana.

O volume de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) consumidos ao redor do mundo tem aumentado continuamente devido, entre outros fatores, às questões como mudanças tecnológicas rápidas e significativas que estimulam a substituição de equipamentos antigos e compra de novos modelos (Duman; Kongar; Gupta, 2019) e a uma programada

obsolescência tecnológica que diminui a vida útil desses equipamentos (Matarazzo *et al.*, 2019).

As ações para o tratamento adequado dos resíduos pós-consumo demandam desembolso de capital por parte das empresas, alterando preço, lucratividade e investimento, como ressaltam (Xavier; Carvalho, 2014).

Com a Lei nº 12.305/10, a PNRS considera ainda uma hierarquia na gestão dos resíduos ao incentivar a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição dos resíduos nessa ordem, respectivamente (BRASIL, 2010).

Com isso, pode-se utilizar a logística reversa, onde a PNRS afirma em seu art. 3º, inciso XII, que a logística reversa é o “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial” para ser reaproveitado, em seu mesmo ciclo, ou em outros ciclos produtivos, ou então, outra destinação final ambientalmente adequada. Este processo possui várias barreiras: atender os requisitos legais, reduzir os custos e desperdícios, desenvolver o conceito de responsabilidade ambiental, gerar redes de distribuição reversa competitivas, atingir um nível de serviço diferenciado, integrar logística e marketing, conceber produtos procurando reduzir impactos ao meio ambiente e proporcionar o ciclo reverso do pós-consumo.

As Instituições necessitam efetuar anualmente inventário de seus bens patrimoniais, que segundo a Lei nº 4.320/64 pode ser entendido como constituir base de dados dos bens, imóveis, máquinas ou equipamentos, para assegurar a característica, confiança e certeza dos bens e valores pertencentes, publicados nos balanços patrimoniais. Para tanto se faz necessário nomear comissão de inventário, composta por servidores efetivos da Instituição designados pelo dirigente da unidade (Viecelli; Markoski, 2013).

Ao término do inventário a comissão responsável pela sua realização deverá entregar relatório contendo a situação atual de cada bem patrimonial onde é possível que a comissão detecte que alguns bens não estão sendo utilizados pela instituição, podendo eles assim ter outra destinação como cessão ou mesmo alienação.

2.2.3 Cidades sustentáveis e Internet das Coisas

Além da perspectiva da sustentabilidade, a disponibilidade e a popularização de tecnologias neste século possibilitaram a intensificação de seu uso não só para comunicação

humana, mas também como solução para problemas complexos do cotidiano das cidades e para sua governança.

No contexto urbano, a expressão “*Smart City*”, ou “Cidade Inteligente”, surgiu em meados dos anos de 1990 com foco na existência de tecnologias de informação e comunicação relacionadas à infraestrutura das cidades.

Segundo Navarro *et al.* (2017), os diversos conceitos de cidades inteligentes presentes na literatura incluem o uso da tecnologia para melhorar a comunicação entre empresas, coletivos, instituições e indivíduos; para soluções ambientais como produção de energia e gerenciamento de resíduos; para melhoria do acesso a serviços, como os de transporte, saúde, educacionais e culturais, ampliando o funcionamento operacional da rede, bem como para ampliar a eficiência na forma como os serviços são prestados e controlados.

Albino *et al.* (2015), explicam que a expressão “cidade inteligente” deve ser aplicada a dois tipos diferentes de domínio. Por um lado, o domínio “duro” em que as TIC desempenham papel decisivo, como redes de energia, recursos naturais, gestão de resíduos, mobilidade, logística e edifícios. Por outro, há o domínio “leve” como cultura, educação, inclusão social e governo, em que as TIC, nesse caso, foram assimiladas na vida material e prática das pessoas.

A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) reconhece a Internet das Coisas, do termo “*Internet of Things*” (IoT), como um novo motor de crescimento que pode promover a inovação da informação e comunicação e de outros setores que trarão um novo valor agregado, adicionando funções de comunicação a todas as coisas e objetos.

A pesquisa realizada por Shan *et al.* (2017) apontam alguns benefícios do uso da IoT: usar o monitoramento de ambiente baseado em IoT permite a coleta de dados com alta precisão; o próprio nó de rede de sensores é capaz de processar informações e, portanto, pode realizar monitoramento dinâmico junto com as mudanças no ambiente; o sistema de monitoramento ambiental baseado em IoT melhora a qualidade dos dados, pois elimina automaticamente dados de baixa qualidade ou com erros para a análise de problemas práticos; a IoT ajuda a economizar custos de monitoramento; o sistema pode garantir o custo relativamente baixo para a obtenção de informações ambientais de alta qualidade; o sistema pode realizar a análise em tempo real e a análise online dos dados de monitoramento, para que os tomadores de decisão possam responder às informações monitoradas em tempo hábil e melhorar a restauração ecológica, a proteção ambiental e a implementação de políticas.

2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO (PE)

Essa preocupação com os impactos no ecossistema tornou-se tendência no século XXI, onde a TI Verde passou a ser regulamentada por legislação ambiental, propondo procedimentos e planos estratégicos para a eliminação ou diminuição da agressão ambiental (Colêncio; Roland, 2018)

Como instrumento de gestão, o Planejamento Estratégico proporciona uma visão dos passos que serão dados para cumprir a missão institucional, bem como o que se espera dela no futuro, sempre apoiado em objetivos e em metas que conduzem a possibilidades consistentes na conquista da excelência institucional (Moreira *et al.*, 2020).

O Planejamento Estratégico exerce juntamente com outros níveis dentro de um planejamento organizacional, para estruturar as devidas ações e intervenções e assim chegar no propósito da organização, conforme vemos na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura de um Planejamento Organizacional.



Fonte - O autor, com base em SOUZA (2017).

Dentro da estrutura do setor público encontram-se as universidades públicas sujeitas aos poderes públicos e aos mesmos mecanismos de governança. Esses mecanismos são a base para a sua gestão e, conseqüentemente, implementação de medidas para o desenvolvimento sustentável (Fuentes-Bargues; Ferrer-Gisbert; González-Cruz, 2018).

O Planejamento Estratégico na Tecnologia da Informação (PETI) é um meio de fornecer norteamento para o uso correto dos recursos de TI, ou seja, são as normas dentro de

uma instituição que também envolvem os procedimentos relacionados aos equipamentos de TIC.

Na Administração Pública Federal, o PETI é conhecido como Plano Diretor de Tecnologia da Informação (PDTI). O PDTI está instituído por lei e assim como o PE, é uma obrigação dos órgãos. Segundo a Instrução Normativa nº 4/2010 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), artigo art. 2º, XXII, o PDTI é um instrumento de diagnóstico, planejamento e gestão dos recursos e processos de TI (...) de um órgão ou entidade para um determinado período. Este instrumento requer que toda Instituição Pública deve possuir um PDTI, segundo diversas obrigações legais.

Segundo a IN/SLTI 04/2010, art. 4º, as contratações de que trata esta Instrução Normativa deverá ser precedida de planejamento, elaborado em harmonia com o PDTI, alinhado à estratégia do órgão ou entidade.

Os Acórdãos Ac1521/03-P; 1558/03-P; 2094/04-P; 117/06-P; 304/06-P do Tribunal de Contas da União (TCU) também reforçam essa obrigatoriedade: A licitação deve ser precedida de minucioso planejamento, realizado em harmonia com o planejamento estratégico da instituição e com o seu PDTI.

Além disso, de acordo com a Constituição Federal de 88, em seus art. 37, 70, 71 e 174, o planejamento é obrigação constitucional.

O planejamento é também obrigação legal: Decreto-Lei 200/67, Título II: Dos Princípios Fundamentais, Art. 6º: As atividades da Administração Federal obedecerão aos seguintes princípios fundamentais: I – Planejamento (...). Planejamento é exigência do Controle: Lei 4.320/1964; cF., art. 74; Decisão Normativa TCU no 85/2007.

Daher *et al.* (2007) e Nogueira *et al.* (2012), corroboram a importância do tema, afirmando que instituições de ensino e instituições de ensino públicas precisam adotar ações de governança nos processos de gestão para garantir sua sobrevivência. A adoção dessas medidas pode impactar na sustentabilidade dessas instituições.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Na busca pela incorporação e compreensão da complexidade e as nuances associadas à TI Verde em instituições de ensino, é crucial explorar os trabalhos previamente realizados nesta área.

Na primeira etapa desta seção, consiste em traçar um panorama atualizado da TI Verde, identificando tendências, desafios e avanços significativos, já na segunda etapa, será dedicada

à investigação das estratégias e práticas adotadas na incorporação de princípios da TI Verde em suas operações. Na terceira etapa, ocorrerá a análise de inovações tecnológicas emergentes que buscam otimizar a eficiência energética, reduzir a pegada de carbono e promover a sustentabilidade na área de TI e na quarta etapa, os desafios e barreiras enfrentados por organizações e pesquisadores na implementação de práticas sustentáveis em ambientes de TI.

A revisão da literatura desempenha um papel fundamental ao fornecer uma visão abrangente e crítica das pesquisas, projetos e iniciativas que abordam questões relacionadas à sustentabilidade na Tecnologia da Informação nas instituições de ensino. Com isso, foram escolhidos e devidamente analisados 6 trabalhos, baseando-se na relevância com o tema, abordando as características apontadas no parágrafo anterior.

2.4.1 Panorama Atual da TI Verde

A primeira etapa desta seção consiste em traçar um panorama atualizado da TI Verde, identificando tendências, desafios e avanços significativos. Por meio da análise de artigos científicos, relatórios de organizações internacionais e trabalhos acadêmicos recentes, foi possível mapear as áreas de foco predominantes e os debates em curso na interseção entre Tecnologia da Informação e práticas sustentáveis.

De acordo com a pesquisa realizada por Bozatto *et al.* (2020), a falta de divulgação de políticas públicas e privadas com relação ao correto descarte dos equipamentos eletrônicos adquiridos, faz com que os consumidores não tenham informações suficientes para que possam tomar decisões assertivas quanto ao descarte.

Filgueiras *et al.* (2023) avalia a falta de percepção de uma instituição pública de ensino, visando o desenvolvimento sustentável e que não há práticas sendo exercidas atualmente, além da confusão dos conceitos das práticas de TI verde.

Os seguintes aspectos, eletricidade, transporte e geração de resíduos, foram selecionados por Ridhosari (2019) em sua pesquisa, como alvo devido às suas contribuições para a emissão de CO₂.

Reina-Guaña (2021) sugere em seu texto um modelo para a elaboração de um Plano Estratégico de Tecnologia da Informação Verde e Gestão de Processos de Negócios Verdes (BPM), que permite reduzir o impacto ambiental e contribuir para a sustentação ambiental de uma Instituição de Ensino Superior

A pesquisa de Dal'Maso *et al.* (2023) aponta para os já identificados problemas: elevado consumo de energia elétrica, descarte de equipamentos ultrapassados e resíduos de

impressão; e realiza um estudo descritivo comparativo entre um período, focando nos eixos temáticos ligados à TI Verde.

Batista (2019) realizou uma pesquisa qualitativa e um método de pesquisa baseado em estudo de caso, para compreender o processo de gestão de descarte responsável de equipamentos de informática.

2.4.2 Estratégias e Práticas

Uma abordagem mais específica será dedicada à investigação das estratégias e práticas adotadas por instituições na incorporação de princípios da TI Verde em suas operações. Nesse sentido, serão analisados estudos de caso que descrevem iniciativas bem-sucedidas e desafios enfrentados ao implementar soluções sustentáveis em seus ambientes de TI. A identificação de casos exemplares proporcionará *insights* valiosos sobre como ocorrem a integração de práticas ecologicamente conscientes no desenvolvimento e gestão de seus sistemas de informação.

A pesquisa de Bozatto *et al.* (2020) trata-se de um questionário contendo uma amostra de 198 alunos matriculados em uma Faculdade de Tecnologia de Itapira. O plano de amostragem permitiu descrever a estratégia de análise, de modo a delinear a representatividade desta população-alvo.

No estudo de Filgueiras *et al.* (2023) foi utilizada uma pesquisa aplicada em uma instituição pública de ensino no estado de Pernambuco, através de um método de pesquisa qualitativo.

Como estudo de caso, Ridhosari (2019) realizou uma avaliação em uma universidade privada localizada em Jacarta, capital da Indonésia. Com isso, a universidade pode obter dados para avaliar as emissões totais de carbono e depois tomar medidas para reduzir essas emissões no futuro.

Reina-Guaña (2021) utiliza como estratégia de sua pesquisa, o Planejamento Estratégico de TI do Gartner, COBIT 5 (Objetivos de Controle para Informação e Tecnologia Relacionada) e nas ações de governança da ISO/IEC 38500 e da ISO 14031, utilizando também alguns indicadores para determinar níveis de sustentabilidade e interoperabilidade.

A pesquisa de Dal'Maso *et al.* (2023) trata de um estudo exploratório descritivo, compreendendo uma etapa quantitativa, de modo a identificar diferentes práticas de TI Verde adotadas pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e qualitativa, buscando descrever os benefícios organizacionais dessas práticas.

Batista (2019) obteve os dados mediante entrevista semiestruturada aos servidores da UNIR lotados na Reitoria, Pró-reitorias, diretorias administrativas, diretorias dos órgãos acadêmicos e diretorias de órgãos suplementares do campus de Porto Velho da Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

2.4.3 Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade

Uma etapa crucial nesta revisão apresenta a análise de inovações tecnológicas emergentes que buscam otimizar a eficiência energética, reduzir a pegada de carbono e promover a sustentabilidade na área de TI. Foram examinadas pesquisas que exploram novas arquiteturas de hardware, algoritmos eficientes em termos de energia, bem como avanços em fontes de energia renovável aplicadas a data centers e infraestruturas de TI. Este componente da revisão é essencial para compreender as possibilidades tecnológicas que podem moldar o futuro da TI Verde.

A pesquisa de Bozatto *et al.* (2020) não ofereceu nenhuma inovação tecnológica, seja de *hardware* ou *software* como contribuição, demonstra apenas uma pesquisa que enfatiza a importância do indivíduo em meio a uma instituição de ensino, quanto a sua responsabilidade com o desenvolvimento sustentável.

A pesquisa de Filgueiras *et al.* (2023) também não forneceu nenhuma inovação ou otimização tecnológica para promover e contribuir com o meio sustentável, onde teve como base de sua pesquisa, a utilização por meio de um formulário no *Google Forms*.

Ridhosari (2019) utilizou meios de cálculos para emissão de carbono (CO₂), sendo eles: KgCO₂/L-combustível, para a emissão de carbono com base no fator de emissão e distância para cada tipo de veículo; CO₂/kWh para o cálculo da emissão total de CO₂ das fontes de eletricidade; e a utilização do modelo WARM para rastrear e reportar emissões de carbono da eliminação de resíduos.

A metodologia utilizada por Reina-Guaña (2021) baseou-se em aplicação de normas e estratégias já existentes na literatura para a aplicabilidade da TI Verde em uma instituição de ensino, onde primeiramente efetuou uma avaliação da situação atual, efetuou a aplicação dos modelos e realizou o monitoramento.

Nenhuma inovação ou avanço tecnológico também foi apontado na pesquisa de Dal'Maso *et al.* (2023), levando-se em conta apenas o relato quantitativo e qualitativo temporal da UFGD e posteriormente apontando os benefícios na adoção de práticas de TI Verde.

Nenhum tipo de inovação, na pesquisa de Batista (2019) foi apresentada, onde ele descreveu apenas, como ocorreram alguns processos referentes a manutenção dos equipamentos computacionais conforme estão expostos no sítio da UNIR.

2.4.4 Desafios

Para obter uma visão completa, é imperativo explorar os desafios enfrentados por organizações e pesquisadores na implementação de práticas sustentáveis em ambientes de TI. A análise crítica desses aspectos proporciona uma compreensão mais profunda das limitações existentes, informando futuras direções de pesquisa e orientando ações práticas para superar obstáculos.

Em resumo, esta seção "Trabalhos Relacionados" oferecerá uma base sólida para contextualizar a pesquisa atual, abordando o estado da arte, estratégias empresariais, inovações tecnológicas e desafios associados à integração de princípios sustentáveis na área de TI Verde.

Para Bozatto *et al.* (2020), a única solução é o engajamento da sociedade como um todo, em uma perspectiva participativa nas tomadas de decisões sobre um assunto que afeta sobremaneira o meio ambiente. Percebe-se ainda que, mesmo havendo uma tendência de relato que as pessoas conhecem a toxicidade dos REEE, o comportamento inadequado quanto ao descarte acaba sendo ponto decisivo para que haja, de fato, uma busca de soluções na coletividade sobre “o pensar” da sustentabilidade, considerando os seus apelos sociais, econômicos e ambientais.

A principal dificuldade encontrada para Filgueiras *et al.* (2023) em sua pesquisa, refere-se ao tamanho da amostra coletada e a não possibilidade de generalização dos dados, uma vez que os resultados desta pesquisa refletem a característica dessa amostra coletada por conveniência. Os resultados mostraram que quanto ao desenvolvimento sustentável geral da instituição, os funcionários possuem uma visão fraca e limitada a respeito das práticas de desenvolvimento sustentável da instituição. Com relação às práticas da TI Verde, foi possível verificar que a maioria dos funcionários não possuem conhecimento.

A pesquisa de Ridhosari (2019) mostrou que a eletricidade foi o principal contribuinte para as emissões de carbono, gerando 1.247,80 MTCO₂/ano, seguida pelos transportes, com 90,10 MTCO₂/ano, e resíduos sólidos, com 14,08 MTCO₂/ano. O setor elétrico dominou 92,3% das emissões de CO₂ na universidade e que um plano de redução da pegada de carbono deveria ser estabelecido precocemente e continuado. Aponta ainda que, os programas atuais,

como a utilização de células solares e turbinas eólicas, podem melhorar ainda mais a pegada de carbono, reduzindo a carga elétrica.

Reina-Guaña (2021) inclui propostas verdes específicas na área de redes e telecomunicações como trabalhos futuros, para a adaptação a organizações e/ou empresas em outros ambientes. Foi desenhado novos elementos para a notação Green BPM, para fins de reportar à investigação com um modelo mais amplo de processos verdes.

Dentre as principais dificuldades encontradas por Dal'Maso *et al.* (2023), na adoção estão os elevados investimentos financeiros e a resistência à mudança de hábitos por parte da comunidade acadêmica. Como sugestão para estudos futuros recomendam-se novas pesquisas que contemplem quais as possibilidades a serem exploradas no âmbito das inovações tecnológicas.

Batista (2019) conseguiu visualizar os futuros problemas que o acúmulo do lixo eletrônico na Universidade Federal de Rondônia – UNIR pode causar à sua comunidade acadêmica, permitindo constatar que a gestão de equipamentos eletrônicos de informática na instituição não aplica os métodos sustentáveis recomendados pela TI Verde no que se refere à destinação final dos equipamentos de tecnologia da informação – ETI.

3 METODOLOGIA

A busca por práticas sustentáveis tem se intensificado em todos os setores da sociedade, principalmente no campo da TI. A implementação de políticas e ações sustentáveis no ambiente de TI não apenas contribui para a preservação ambiental, mas também geram benefícios econômicos e sociais.

A proposta de inovação em questão visa possibilitar que a metodologia seja aplicada através de uma ferramenta que possibilite a tomada de decisões a favor da sustentabilidade na área da TI, ao mesmo tempo, demonstrando os benefícios e interesses da implantação de políticas de TI Verde no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE).

Como procedimentos metodológicos desenvolvidos para o alcance dos objetivos, permitindo contribuir com a implantação de políticas da TI Verde dentro da instituição, foi desenvolvida uma ferramenta permitindo ações que influenciem diretamente na economicidade no Campus, também foi sugerida a criação e implantação de um selo Verde dentro da instituição, onde através de pesquisas, foram apontadas métricas e pontuações, apresentando os benefícios das boas práticas sustentáveis, agregando valores ambientais para toda comunidade.

A sugestão de criação de um selo sustentável na área de Tecnologia da Informação se baseia nas leis nº 12.305/2010 da PNRS, a lei nº 14.479/2022 que trata sobre o desfazimento e condicionamento de equipamentos eletroeletrônicos, a lei nº 9.605/1998 de crimes ambientais e a lei nº 12.187/2009 da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) que incentiva a eficiência energética e redução de emissão de gases de efeito estufa, além das normas ABNT NBR 15904 que trata de requisitos para a gestão ambiental em empresas e a ABNT NBR 16256 que especifica requisitos para gestão ambiental de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O IFPE possui 16 *Campus* espalhados no estado de Pernambuco, além da Reitoria. O Campus onde foi realizado o estudo, encontra-se na cidade de Paulista, região metropolitana de Recife, pertence à 3ª expansão e foi inaugurado em meados de 2014, onde se encontra desde 2021, instalado em sua sede definitiva, ofertando os cursos tecnólogos em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) e em Processos Gerenciais (PG), cursos técnicos em Administração (ADM) e Manutenção e Suporte em Informática (MSI) e cursos integrados ao ensino médio em Informática para Internet e Administração, totalizando em torno de 1.000 discentes.

Foram selecionados para a pesquisa inicial, o corpo técnico-administrativo e docente, podendo ser técnicos, coordenadores, gerentes, diretores ou outra função de gestão similar às citadas. Com relação aos docentes, a escolha se justificou pelo fato de que eles necessitam da utilização dos computadores para executar sua missão, principalmente se tratando dos laboratórios e seu cargo ocupado, exigindo que estejam permanentemente cientes da situação da sua área na organização.

3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS PARA OTIMIZAÇÃO

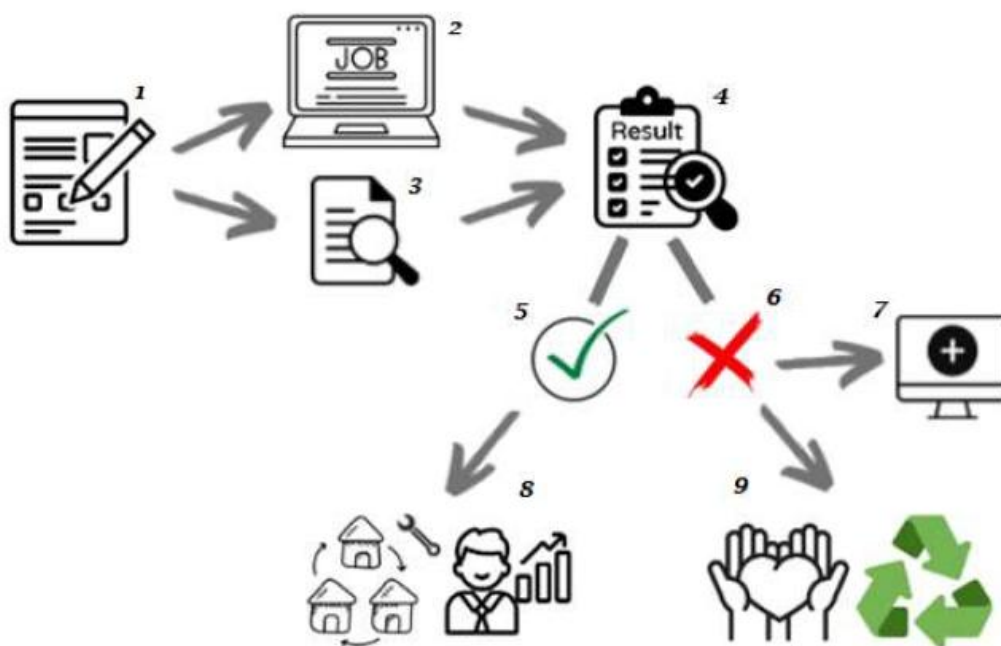
A ferramenta deverá consistir em forma automática, atendendo aos princípios forenses relacionados e salvando os resultados de forma integrada e lógica em um arquivo, para análise posterior. Com isso teremos:

- a) **Levantamento bibliográfico e documental:** os dados secundários serão levantados continuamente e será sugerida a atualização dos documentos normatizadores do IFPE, de acordo com a legislação vigente.
- b) **Coleta de dados primários:** Com a finalidade de levantar informações a respeito da realidade de utilização atual dos equipamentos instalados nos setores que serão estudados, conforme a Figura 2, as pesquisas foram realizadas de forma estruturada em um formulário eletrônico (Google Forms), onde o servidor preencheu de acordo com sua utilização, como demonstra na etapa 1 e o seu resultado inicial encontra-se no Apêndice A e posteriormente para fins comprobatórios, é utilizado uma aplicação

desenvolvida que terá como finalidade, mensurar um valor de utilização de hardware daquele equipamento (etapa 2).

- c) **Análise primária dos dados:** A etapa 3, apresentada na Figura 2, consiste na análise do formulário eletrônico preenchido pelo usuário, que ajuda no cruzamento das informações das métricas colhidas pela aplicação automatizada da etapa 2.

Figura 2 - Síntese dos procedimentos da pesquisa.



Fonte - O autor (2024).

- d) **Filtragem e sistematização dos dados:** Ainda com base na Figura 2, temos a etapa 4, que tornará as tomadas de decisão possíveis. Considerando que o equipamento tenha um resultado positivo, conforme representado na etapa 5, onde suas medições indicam **baixo** estresse computacional, o gestor de TIC apontará a possível necessidade de uma manutenção ou incitando a realocação daquele equipamento, conforme necessidade (etapa 8). Caso, tenha um resultado negativo conforme representado na etapa 6, onde a máquina apresentou bastante estresse em relação à sua utilização dentro dos setores com recorrência, será sugerido a aquisição de uma nova máquina (etapa 7) e o equipamento passará por um processo de doação ou será destinado à reciclagem (etapa 9), seguindo práticas da TI Verde.

Ao nível de interesse social, a doação realizada de equipamentos em caráter de reaproveitamento, poderá ser realizada não só de equipamentos irrecuperáveis, podendo

também quando se tratar de equipamentos ociosos e antieconômicos, ou seja, não possuir mais vantagem econômica em seu conserto em se tratando de bem público.

Em relação ao descarte dos resíduos eletroeletrônicos, será estudada a possibilidade da integração com empresas especializadas na tratativa de reciclagem desses materiais da maneira correta e apropriada. Cinco pontos foram desenvolvidos ao longo do trabalho:

- Diagnóstico da eficiência, com ênfase na usabilidade das máquinas;
- Avaliação das condições de utilização nos ambientes acadêmicos e a valoração dos correspondentes desempenhos;
- Proposta de critérios para a tomada de decisões na designação dos equipamentos eletroeletrônicos, considerando a usabilidade;
- Proposta de critérios para a tomada de decisões para o correto descarte dos equipamentos eletroeletrônicos;
- Avaliação da condição real do campus, comparando-os com as simulações dos modelos teóricos ideais para a melhoria da envoltória e do sistema.

3.2.1 Desenvolvimento

No desenvolvimento da ferramenta, foi utilizado o método *Kanban*, permitindo que a equipe, composta por 1 docente e 4 alunos bolsistas cujo ingresso no projeto foi devido ao cadastro na Pró-reitoria de Pesquisa (PROPESQ) via bolsa BIA, visualizem o fluxo de trabalho, permitindo definir o progresso em cada estágio e mensurar o ciclo de tempo de cada um desses fluxos. O método foi dividido em diferentes etapas para acompanhar o progresso das tarefas. O quadro *Kanban* apresenta transparência ao processo de desenvolvimento de software, pois mostra as tarefas e acompanhamento de trabalho de cada um dos desenvolvedores.

As atividades de comunicação, planejamento e modelagem caminharam juntas, pois são realizadas antes da escrita do código. A atividade de comunicação tem como foco entender o produto e as suas nuances, também conhecido como visão do produto. No fim dessa atividade o time cria um esboço das funcionalidades do produto (Pressman; Maxim, 2015).

O Python na versão 3.11.8 foi utilizada como linguagem de desenvolvimento da ferramenta (*backend* e *frontend*). O Python é uma linguagem de programação de alto nível,

interpretada e multi-paradigma, normalmente utilizada junto com o paradigma de orientação aos objetos. Por ser uma linguagem de fácil interpretação, de sintaxe simples e direta, são utilizadas poucas linhas para execução de tarefas complexas (Python, 2022).

A ferramenta é um *script* programado nas máquinas para executar de 5 em 5 minutos durante o período em que for estipulado, 5 dias na semana, acionado assim que o usuário efetua o login na máquina, com a finalidade de fazer a leitura do uso percentual de memória RAM, da memória SWAP, memória cache e do processamento da CPU, para o estudo foi estipulado o período de 6 horas iniciais, uma vez que a grande maioria dos servidores administrativos, estão de forma presencial. Foram utilizadas as bibliotecas *psutil*, *csv*, *datetime*, *time*, *os*, *platform*, *streamlit*, *pandas* e *plotly-express* para complementar e tratar os dados. Onde:

- A biblioteca *psutil* é uma biblioteca multiplataforma para recuperar informações sobre processos em execução e utilização do sistema (CPU, memória, discos, rede, sensores) em Python. É útil principalmente para monitoramento do sistema, criação de perfil e limitação de recursos de processos e gerenciamento de processos em execução (Python, 2019).
- O módulo *csv* implementa classes para ler e gravar dados tabulares no formato CSV, sem conhecer os detalhes precisos do formato CSV usado pelo Excel (Python, 2024).
- A biblioteca *datetime* foca na extração eficiente do atributo para formatação da saída e manipulação, suportando a aritmética da data e hora (Python, 2024).
- O módulo *time* provê várias funções relacionadas a tempo (horas, minutos e segundos) (Python, 2024).
- A biblioteca *os* fornece uma maneira simples de usar funcionalidades que são dependentes de sistema operacional (Python, 2024).
- A biblioteca *streamlit* é uma estrutura Python de código aberto para cientistas de dados e engenheiros de IA/ML fornecerem aplicativos de dados dinâmicos com apenas algumas linhas de código (Streamlit, 2024).
- O *pandas* é uma biblioteca de código aberto licenciada por BSD que fornece estruturas de dados e ferramentas de análise de dados de alto desempenho e fáceis de usar para a linguagem de programação Python (Pandas, 2024).
- O *plotly-express* contém funções que podem criar figuras inteiras de uma só vez, é uma parte integrada da biblioteca *plotly* e é o ponto de partida recomendado para a criação das figuras mais comuns (Plotly, 2024).

O script de leitura dos dados ao ser executado, cria um arquivo .csv utilizando como nome o host da máquina e a data atual para que sejam melhor identificados e armazenará os percentuais dos recursos estipulados que serão coletados durante o processo, enviando diretamente para um servidor pela rede, de forma automática e instantânea no início de sua execução. A parte visual da aplicação, ou seja, o *frontend*, aquilo que é passível de interação direta com o usuário, foi também o *Python*.

A configuração dos computadores monitorados é a mesma para todos os casos, tanto nos setores administrativos, quanto no laboratório, sendo: Micro Dell OptiPlex 3080 - Intel(R) Core(TM) i3-10100T CPU @ 3.00GHz 3.00 GHz, com 16,0 GB, com SSD de 256GB PCIe NVMe M.2 e sistema operacional Windows 10 Pro de 64 bits.

3.2.2 Monitoramento

Como amostra, foram monitoradas 40 (quarenta) máquinas, 20 (vinte) do setor administrativo, levando em consideração os setores mais estratégicos e 20 (vinte) máquinas do laboratório do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS).

Aqui serão apresentados gráficos estatísticos de médias de utilização diária com uma representação básica e gráficos mais complexos, demonstrando com mais detalhes, algumas métricas de utilização como os Quadros 2 e 3 e demais gráficos apresentando histogramas e identificação dos outliers.

Conforme Morettin *et al.* (2010) o histograma é um gráfico de barras contíguas, com as bases proporcionais aos intervalos das classes e a área de cada retângulo proporcional à respectiva frequência. O histograma é a ferramenta gráfica mais adequada quando temos um conjunto com um número elevado de dados quantitativos, sendo que a distribuição de frequências é agrupada em classes para representar as variáveis quantitativas.

Os gráficos de histograma aqui apresentados, mostram a frequência da quantidade de elementos que está dentro de cada classe, sendo equivalente à quantidade de números menores ou iguais ao valor da classe e maior que o valor da classe anterior. A quantidade dessas classes, depende diretamente do tamanho da amostra. A largura dessas classes é indicada de acordo com o incremento, que por sua vez, é a diferença entre o valor mínimo e o máximo, dividido pela quantidade de classes que o histograma terá.

Para a fórmula utilizada no cálculo do incremento (w) representando a largura que será o resultado do maior valor da amostra menos o menor, dividido pela quantidade de classes (b).

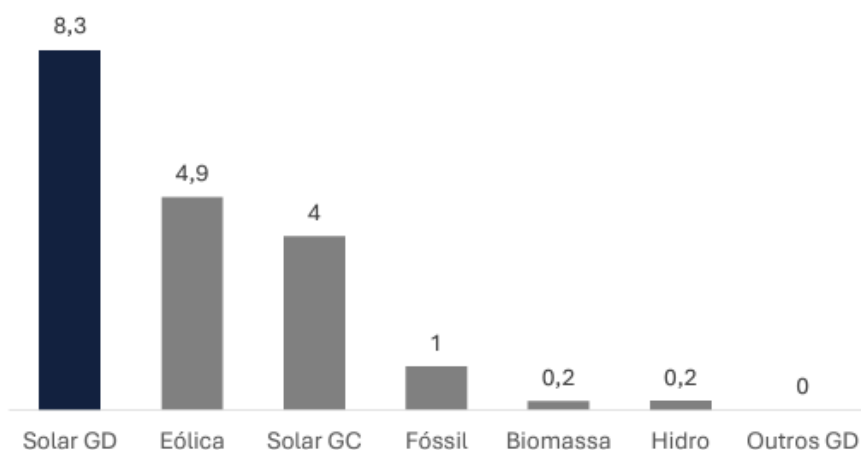
$$w = \frac{\max(\text{valores}) - \min(\text{valores})}{b}$$

Uma grande quantidade de amostras, pode gerar valores discrepantes, comparados com sua normalidade. Esses valores atípicos são conhecidos na literatura como outliers, anormalidades, discordantes, desviantes ou anomalias na literatura de mineração de dados e de estatística e constituem uma observação que se desvia tanto das outras observações a ponto de levantar suspeitas de que foi gerado por um mecanismo diferente (Aggarwal, 2017).

3.3 SIMULAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) afirma em seu Caderno de Estudo do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) de 2034 (PDE, 2024), que a atual protagonista da capacidade energética instalada no Brasil, que em 2023, pelo terceiro ano seguido, a fonte solar distribuída, superou a expansão de todas as demais fontes, em termo de capacidade instalada, como demonstra a Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica em 2023 [GW] - Entrada em Operação



Fonte – PDE 2034 (2024)

Considerando o Acordo de Cooperação Técnica nº 08/2024 - Neoenergia Pernambuco / IFPE, como parte do processo do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) de nº 23294.010376/2024-03, foi realizada a simulação do cálculo estimativo da economia para prever quanto seria o gasto mensal e anual com energia, se o IFPE Camus Paulista já estivesse com o sistema fotovoltaico previsto, já instalado.

Assim, foram coletadas as contas de energia elétrica do Campus Paulista dos 6 (seis) primeiros meses do ano de 2024, o período amostral foi devido ao funcionamento do Campus que, dentro dos 2 (dois) primeiros anos de funcionamento (2022 e 2023), funcionou energeticamente sem a devida cobrança da operadora, iniciando somente em Janeiro de 2024, ressaltando também o período em que o Campus aderiu a greve nacional das Universidades e Institutos Federais de Ensino, com início no mês de Abril e com término no início do mês de Junho, cujo consumo foi bastante reduzido.

Quadro 2 - Consumo Energético – Janeiro à Junho (2024)

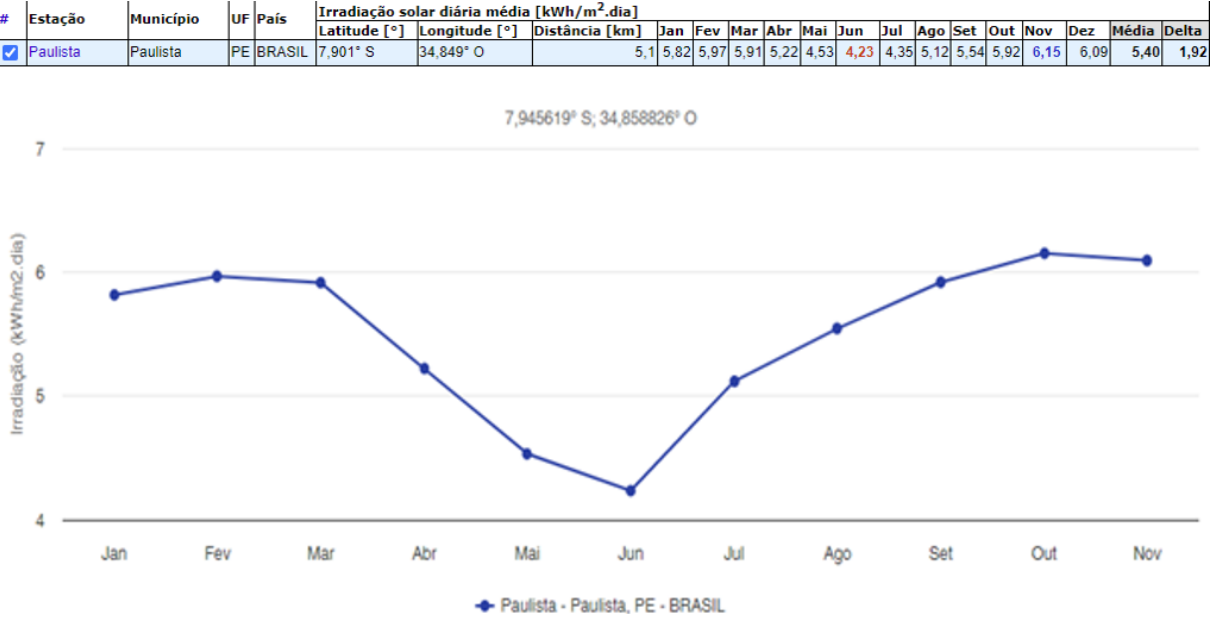
Mês	Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unit. c/ Trib. (R\$)	Valor (R\$)
Janeiro	Demanda Ativa	kW	550	30,37729207	16.707,51
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	1.015,56	1,92418295	1.954,12
	Consumo TUSD F.ponta	kWh	10.861,20	0,12439149	1.351,04
	Consumo TE N.ponta	kWh	1.015,56	0,7066207	717,61
	Consumo TE F.ponta	kWh	10.861,20	0,42629156	4.630,03
					25.360,31
Fevereiro	Demanda Ativa	kW	550	30,16704655	16.591,87
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	2.328,73	1,91086541	4.449,88
	Consumo TUSD F.ponta	kWh	14.389,20	0,12353056	1.777,50
	Consumo TE N.ponta	kWh	2.328,73	0,70173008	1.634,13
	Consumo TE F.ponta	kWh	14.389,20	0,42334114	6.091,54
					30.544,92
Março	Demanda Ativa	kW	550	30,09760995	16.553,68
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	2.685,06	1,9064671	5.118,97
	Consumo TUSD F.ponta	kWh	16.808,40	0,12324622	2.071,57
	Consumo TE N.ponta	kWh	2.685,06	0,70011488	1.879,85
	Consumo TE F.ponta	kWh	16.808,40	0,42236672	7.099,30
					32.723,37
Abril	Demanda Ativa	kW	550	30,35085261	16.692,96
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	1.386,25	1,9205346	2.662,34
	Consumo TUSD F.ponta	kWh	10.130,40	0,12384308	1.254,57
	Consumo TE N.ponta	kWh	1.386,25	0,70461142	976,76
	Consumo TE F.ponta	kWh	10.130,40	0,42578387	4.313,36
					25.899,99
Maio	Demanda Ativa	kW	550	30,01083724	16.505,96
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	885,02	1,87146945	1.656,28
	Consumo TUSD F.ponta	kWh	7.282,80	0,11631184	847,07
	Consumo TE N.ponta	kWh	885,02	0,67725514	599,38
	Consumo TE F.ponta	kWh	7.282,80	0,41910637	3.052,26
					22.660,95
	Demanda Ativa	kW	550	30,16633381	16.591,48
	Consumo TUSD N.ponta	kWh	84,17	1,88116619	158,33

Junho	Consumo TUSD F.ponta	kWh	667,30	0,11691449	78,01
	Consumo TE N.ponta	kWh	84,17	0,68076424	57,29
	Consumo TE F.ponta	kWh	667,30	0,4212779	281,11
					17.166,22

Fonte - O autor (2024).

Como fator essencial para a simulação do cálculo, existe o índice de radiação incidente no plano horizontal, o chamado HSP (Horas de Sol Pleno) que de acordo com o Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), temos a Figura 4 abaixo, apresentando o índice de irradiação solar de acordo com a localização do Campus, na cidade de Paulista. Para avaliações mais precisas recomenda-se a medição da irradiação no local de interesse.

Figura 4 - Irradiação Solar no Plano Horizontal em Paulista - PE



Fonte - CRESESB (2024)

Para a simulação dos resultados, primeiramente foi calculada a estimativa de Geração de Energia mensal (*GEm*) do sistema fotovoltaico já previsto para o Campus, onde foram utilizados os fatores Potência (*kWp*), Hora do Sol Pleno (*HSP*), Período (*P*) que indica quantidade de dias do mês e a Taxa de Performance (*TP*) anunciada do sistema fotovoltaico.

$$GEm = kWp \times HSP \times P \times TP$$

Posteriormente, foram realizados os demais cálculos, considerando a Geração de Energia mensal (GEm), a Tarifa Fora da Ponta TUSD ($TUSD$), Tarifa Fora da Ponta TE (TE), considerando o Quadro 2 do consumo energético no Campus, para realizar a Estimativa de Economia mensal (EEm).

$$EEm = GEm \times [TUSD + TE]$$

3.4 SUGESTÃO DE SELO SUSTENTÁVEL TI VERDE

Nesta etapa da pesquisa, é apresentada uma proposta para obtenção de um selo sustentável na área da Tecnologia da Informação dos atuais 16 Campi e Reitoria do Instituto Federal de Pernambuco. Baseando-se em fatos, atuais registros acadêmicos e na atual legislação, serão apresentadas algumas métricas e parâmetros para a definição do grau de pontuação a ser atingido e os níveis de obtenção almejados.

Esta proposta visa não apenas atender aos requisitos para a obtenção do selo de sustentabilidade na área de TI, mas também promover uma cultura sustentável dentro da organização. Ao abraçar práticas inovadoras e conscientes, o IFPE estará não apenas cumprindo seu papel ambiental, mas também colhendo benefícios operacionais e fortalecendo sua reputação no mercado.

A obtenção de um selo verde em uma instituição de ensino é de suma importância, refletindo não apenas o comprometimento com a sustentabilidade ambiental, mas também proporcionando diversos benefícios que impactam positivamente alunos, colaboradores e a comunidade em geral e no contexto da Tecnologia da Informação (TI), pode trazer uma série de benefícios significativos.

Aqui estão algumas razões que destacam a importância desse reconhecimento sustentável em uma instituição educacional:

1. Reconhecimento da Responsabilidade e Educação Ambiental:
 - **Visibilidade Positiva:** O selo verde é um sinal tangível do comprometimento da instituição com práticas sustentáveis, aumentando sua reputação positiva junto a clientes, parceiros, colaboradores e a comunidade em geral;

- **Exemplo Prático:** Ao obter um selo verde, a instituição se torna um exemplo prático de boas práticas ambientais para a comunidade, promovendo a educação ambiental de forma tangível;
2. Diferencial Competitivo:
 - **Vantagem Competitiva:** Em um mercado cada vez mais consciente e exigente, ter um selo verde pode diferenciar a instituição da concorrência, destacando-a como uma organização comprometida com a responsabilidade socioambiental;
 - **Preferência por Instituições Sustentáveis:** Estudantes e professores têm demonstrado preferência por instituições comprometidas com valores sustentáveis, o que pode influenciar a escolha de matrícula ou emprego;
 3. Economia de Recursos e Custos:
 - **Eficiência Energética:** A implementação de práticas sustentáveis está associada à eficiência energética. Isso pode resultar em economia de custos significativa, seja pela redução do consumo de energia ou pelo uso eficiente de recursos;
 4. Atração e Retenção de Talentos:
 - **Comprometimento com Valores:** Muitos profissionais atualmente valorizam a oportunidade de trabalhar em organizações que compartilham seus valores, incluindo a preocupação com o meio ambiente. Um selo verde pode atrair talentos comprometidos com a sustentabilidade;
 5. Atendimento às Expectativas do Consumidor:
 - **Consciência do Consumidor:** Os consumidores estão cada vez mais conscientes e inclinados a apoiar empresas e instituições que adotam práticas sustentáveis. Um selo verde atende a essa expectativa e pode influenciar decisões de compra e parcerias;
 6. Conformidade com Regulamentações:
 - **Conformidade Legal:** A obtenção de certificações ou selos sustentáveis pode ser um requisito legal. Além disso, demonstra o compromisso da instituição em cumprir as regulamentações ambientais;
 - **Contribuição aos ODS:** A adoção de práticas sustentáveis está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, fortalecendo a contribuição da instituição para metas globais;

7. Incentivo à Inovação Sustentável:

- **Estímulo à Inovação:** A busca por um selo verde pode motivar a instituição a investir em pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis, impulsionando a evolução do setor.

8. Contribuição para a Responsabilidade Social:

- **Alinhamento com RSC:** A obtenção de um selo verde fortalece o papel da instituição na Responsabilidade Social Corporativa, mostrando preocupação com o impacto social e ambiental de suas operações.
- **Integração à Missão Institucional:** A busca por práticas sustentáveis alinha-se muitas vezes à missão de promover o bem-estar social e a responsabilidade ética, fortalecendo a imagem da instituição como agente de mudança positiva.

9. Antecipação à Tendências de Mercado:

- **Adaptação às Tendências:** A sustentabilidade é uma tendência crescente e as instituições que se antecipam a essas demandas estão mais preparadas para enfrentar mudanças no mercado e nas expectativas dos stakeholders.
- **Reconhecimento Externo:** A conquista de um selo verde é um reconhecimento externo da instituição, conferindo legitimidade às práticas sustentáveis adotadas e reforçando sua posição como agente comprometido com a responsabilidade ambiental.

10. Construção de uma Cultura Sustentável:

- **Cultura Organizacional Sustentável:** A busca pelo selo verde pode catalisar uma mudança cultural dentro da instituição, promovendo a adoção de práticas sustentáveis em todos os níveis e departamentos.
- **Inserção em Comunidades Sustentáveis:** A obtenção de um selo verde pode abrir portas para a participação em redes e comunidades dedicadas à sustentabilidade, possibilitando troca de experiências e melhores práticas.

3.4.1 Métricas e Pontuações

A criação de um selo sustentável "TI Verde" pode ser uma iniciativa valiosa para reconhecer e incentivar organizações que adotam medidas responsáveis em suas operações de

TI. Abaixo, encontram-se sugestões de métricas e pontuações para obtenção deste selo no IFPE:

1. Eficiência Energética:

a) Métricas:

- Consumo total de energia em data centers;
- Proporção de energia proveniente de fontes renováveis;
- Utilização de tecnologias eficientes em termos de energia;

b) Pontuações:

- Maior pontuação para organizações que utilizam energia 100% renovável;
- Pontuação proporcional à eficiência energética dos equipamentos e infraestrutura;

2. Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos:

a) Métricas:

- Quantidade de resíduos eletrônicos gerados;
- Estratégias para reciclagem e reutilização de equipamentos obsoletos;

b) Pontuações:

- Incentivo à reciclagem e ao descarte adequado;
- Pontuação adicional para organizações que adotam práticas de economia circular;

3. Conscientização de atividades sustentáveis:

a) Métricas:

- Número de colaboradores envolvidos em práticas de teletrabalho;
- Uso de meios de transporte sustentáveis para deslocamentos de equipe;

b) Pontuações:

- Reconhecimento de estratégias que reduzem a pegada de carbono relacionada às atividades dos colaboradores;

4. Certificações Ambientais e Conformidade Legal:

a) Métricas:

- Possuir certificações reconhecidas internacionalmente (ISO 14001, por exemplo);

- Conformidade com regulamentações ambientais locais e globais;
- b) Pontuações:
 - Pontuação adicional para organizações que ultrapassam as exigências legais;
- 5. Transparência e Divulgação:
 - a) Métricas:
 - Divulgação de relatórios periódicos sobre iniciativas sustentáveis;
 - Participação em programas de divulgação de práticas sustentáveis;
 - b) Pontuações:
 - Reconhecimento da transparência e do compromisso com a divulgação de ações sustentáveis;
- 6. Inovação Sustentável:
 - a) Métricas:
 - Investimento em pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis;
 - Implementação de tecnologias verdes e de baixo impacto ambiental;
 - b) Pontuações:
 - Pontuação extra para organizações que lideram inovações na área de TI sustentável;

Ao utilizar essas métricas e pontuações, o Selo Sustentável TI Verde poderá não apenas reconhecer as organizações comprometidas com a sustentabilidade, mas também incentivá-las a continuarem adotando práticas mais responsáveis em suas operações de Tecnologia da Informação.

3.4.2 Benefícios Esperados

1. Reconhecimento Sustentável:
 - Obtenção de um selo de sustentabilidade reconhecido nacionalmente, destacando o IFPE como referência na área de TI sustentável;
2. Eficiência Operacional Aprimorada:
 - Redução de custos operacionais por meio da otimização de recursos e processos mais eficientes;

3. Atração de Talentos e Parceiros:

- Aumento da atratividade para talentos que valorizam práticas sustentáveis, além de fortalecimento de parcerias com empresas com foco em responsabilidade ambiental;

4. Contribuição para a Agenda Global de Sustentabilidade:

- Participação ativa na redução das emissões de carbono, alinhando-se aos objetivos globais de sustentabilidade;

3.4.3 Sugestão de Cronograma

1. Fase de Diagnóstico (2 meses):

- Coleta de dados quantitativos e qualitativos;
- Análise preliminar dos resultados;

2. Desenvolvimento de Estratégias (3 meses):

- Identificação de soluções inovadoras;
- Formulação de estratégias sustentáveis;

3. Implementação e Conscientização (Contínuo):

- Integração de práticas sustentáveis na rotina da TI;
- Campanhas de conscientização e treinamento;

4. Monitoramento Contínuo e Ajustes (Contínuo):

- Estabelecimento de um sistema de monitoramento contínuo;
- Avaliação periódica e ajustes conforme necessário;

3.5 PESQUISA QUANTITATIVA E EXPLORATÓRIA-QUALITATIVA

Esta etapa aborda uma pesquisa bibliométrica inicialmente quantitativa de um determinado período, passando para uma etapa qualitativa, onde será baseada em uma análise de conteúdo resultante da pesquisa quantitativa, que segundo a autora Bardin (2016), é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos

ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

3.5.1 Pesquisa Quantitativa

Quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica quantitativa, a partir de consulta nos portais de periódicos. Além disso, foi desenvolvida uma análise documental utilizando o método bibliométrico. Portanto, o método do estudo classifica-se como bibliométrico, tendo em vista que este é um procedimento de pesquisa empregado para a análise de publicações científicas em qualquer área do conhecimento.

A bibliometria aplica métodos quantitativos para análises estatísticas de publicações e atividades científicas. Na atualidade, pesquisadores, especialistas em informação, bibliotecários e laboratórios, diretores de pesquisa, universidades e governos, utilizam técnicas e métodos bibliométricos e cienciométricos para avaliar as atividades científicas.

Ramos (2013), descreve que uma pesquisa quantitativa se relaciona àquela com que os dados podem ser mensurados em números, classificados e analisados, utilizando-se de técnicas estatísticas.

Para atender aos critérios de relevância e rigor na condução da bibliometria, foi utilizado o aplicativo Biblioshiny, contido no pacote tecnológico Bibliometrix, o qual é uma ferramenta do software RStudio (2023.12.0 Build 369) para a ciência da informação científica.

Através das ferramentas de busca dos próprios sistemas SCOPUS e Web Of Science (Clarivate), o número de artigos publicados na base foi identificado e compilado em uma lista para análise posterior.

1. Coleta na base SCOPUS

Quadro 3 - Etapas de busca do volume de artigos sobre “Green IT” publicados na SCOPUS no período de 2019 a 2023.

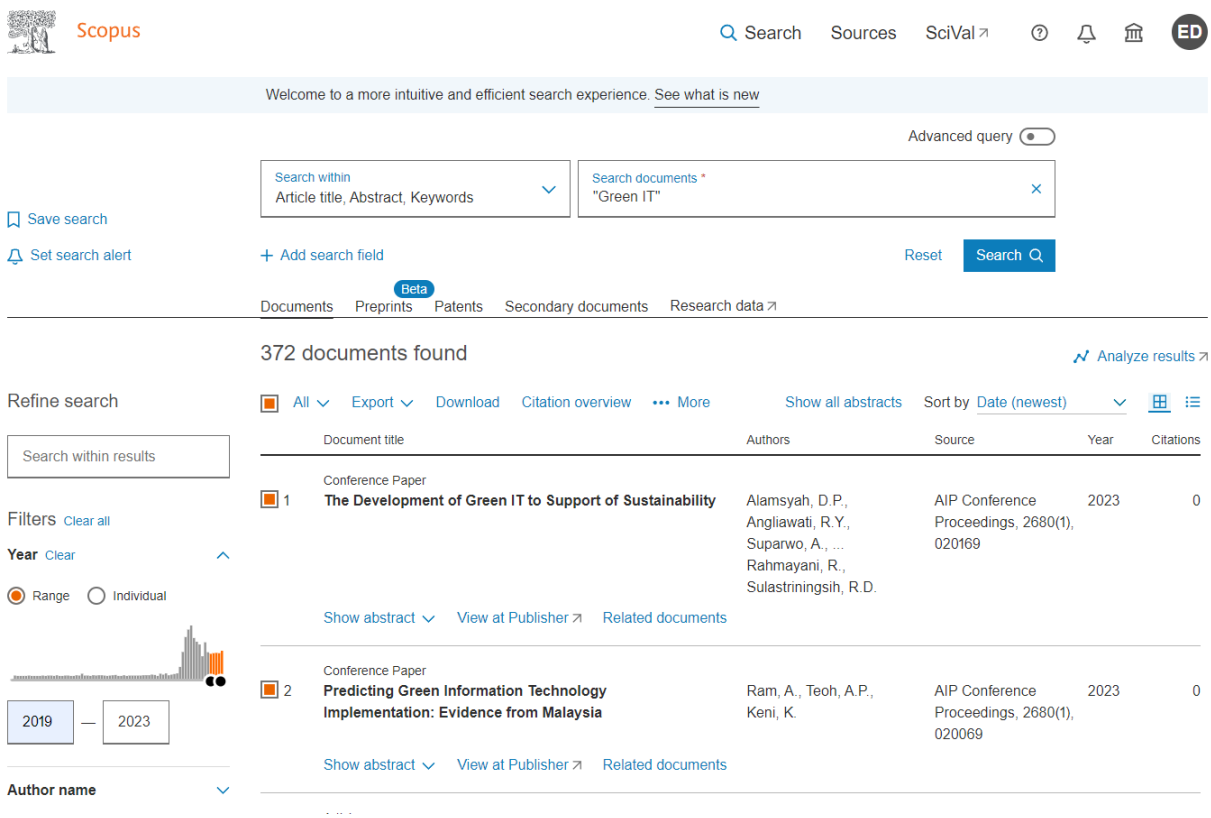
ETAPAS	PROCEDIMENTOS
1ª etapa	Acesso ao site de periódicos da CAPES pelo link: https://www.periodicos.capes.gov.br ;
2ª etapa	Foi clicado no <i>hyperlink</i> “Acesso CaFe”;
3ª etapa	Foi Selecionada a Instituição para acesso, que no caso é o “Instituto Federal de Pernambuco – IFPE”;

4ª etapa	Foi digitado o CPF e Senha com acesso ao mesmo e efetuado o Login;
5ª etapa	Após a devida identificação e acesso ao Portal de Periódicos da CAPES, foi clicado em “Acervo” e posteriormente “Lista de bases”;
6ª etapa	Em Lista de bases, foi escolhida a letra “S” e posteriormente “SCOPUS (Elsevier)”;
7ª etapa	Já no site da SCOPUS, no campo “Search within”, foi definido os termos “Article title, Abstract, Keywords”; em “Search documents” foi apontado o termo “Green IT” (TI Verde em inglês) e clicado no ícone “Search”;
8ª etapa	Foi retornado como resultado, o quantitativo de 1.597 documentos;
9ª etapa	Foi limitado ao período de “2019 a 2023”, resultando em um quantitativo de 372 documentos;
10ª etapa	Foi marcada a caixa de seleção “ALL” e clicado em “Export”, posteriormente, selecionando a opção “BibTex” e selecionando todas as informações para serem utilizadas, após isso, clicando em “Export” para finalmente, baixar o arquivo “scopus.bib”.

Fonte - O autor (2024).

No SCOPUS, após a inserção do termo em inglês “Green IT” (do português “TI Verde”) e o posterior refinamento da pesquisa no período estipulado (2019 – 2023), resultou um quantitativo de **372** documentos, como visto na Figura 5.

Figura 5 - Print da interface SCOPUS após procedimentos de busca.



Fonte - O autor (2024).

2. Coleta na base WEB OF SCIENCE (WOS)

Quadro 4 - Etapas de busca do volume de artigos sobre “Green IT” publicados na WOS no período de 2019 a 2023.

ETAPAS	PROCEDIMENTOS
1ª etapa	Acesso ao site de periódicos da CAPES pelo link: https://www.periodicos.capes.gov.br ;
2ª etapa	Foi clicado no <i>hyperlink</i> “Acesso CaFe”;
3ª etapa	Foi Selecionada a Instituição para acesso, que no caso é o “Instituto Federal de Pernambuco – IFPE”;
4ª etapa	Foi digitado o CPF e Senha com acesso ao mesmo e efetuado o Login;
5ª etapa	Após a devida identificação e acesso ao Portal de Periódicos da CAPES, foi clicado em “Acervo” e posteriormente “Lista de bases”;
6ª etapa	Em Lista de bases, foi escolhida a letra “W” e posteriormente “Web of Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics)”;
7ª etapa	Já no site da WOS, em documentos, foi selecionado “Todos os campos” e apontado o termo “Green IT” (TI Verde em inglês) e clicado no ícone “Pesquisar”;
8ª etapa	Foi retornado como resultado, o quantitativo de 1.278 documentos;
9ª etapa	Foi limitado ao período de “2019 a 2023”, resultando em um quantitativo de 487 documentos;
10ª etapa	Foi clicado em “Exportar”, posteriormente, selecionando a opção “BibTex” e selecionando todos os registros de “1 até 487”, após isso, em “Gravar conteúdo” foi selecionado “Registro completo”, depois clicando em “Exportar” para finalmente, baixar o arquivo “savedrecs.bib”.

Fonte - O autor (2024).

No WOS, após a inserção do termo em inglês “Green IT” (do português “TI Verde”) e o posterior refinamento da pesquisa no período estipulado (2019 – 2023), resultou um quantitativo de **487** documentos, como visto na Figura 6.

Figura 6 - Print da interface WOS após procedimentos de busca.

The screenshot displays the Web of Science interface after a search for "Green IT". The top navigation bar includes the Clarivate logo, language settings (English), and product links. The search bar shows the query "Green IT" (All Fields) with 487 results. Below the search bar, there are buttons for "Analyze Results", "Citation Report", and "Create Alert". A sidebar on the left offers "Quick Filters" for document types (Review Article, Early Access, Open Access, Enriched Cited References) and "Publication Years" (2019-2023). The main results area lists two items:

- Green IT Practice in Malaysia** by Abdul Kader Jailani, F; Abdullah, LM; (...); Hussin, H. 34th International-Business-Information-Management-Association (IBIMA) Conference 2019 | VISION 2025: EDUCATION EXCELLENCE AND MANAGEMENT OF INNOVATIONS THROUGH SUSTAINABLE ECONOMIC COMPETITIVE ADVANTAGE, pp.2343-2348. 14 References.
- IT Governance and Green IT: a systematic review** by Cordero, D; Bermejo, V and Moray, A. 4th World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4) 2020 | PROCEEDINGS OF THE 2020 FOURTH WORLD CONFERENCE ON SMART TRENDS IN SYSTEMS, SECURITY AND SUSTAINABILITY (WORLD4 2020), pp.506-511. 110 References.

Fonte - O autor (2024).

3.5.2 Pesquisa Exploratória-qualitativa

Esta etapa foi realizada com base na pesquisa bibliométrica quantitativa inicial, onde foram encontrados 698 diferentes documentos abordando o tema TI Verde, publicados sob a forma de artigos, revistas, livros e periódicos, no período de 2019 a 2023. Os principais assuntos abordados tratavam do conceito de TI Verde, das aplicações de TI Verde, de leis e regulamentações ligadas à TI Verde, das formas de sustentabilidade ligadas à TI Verde, dos benefícios e vantagens da TI Verde e dos investimentos e custos relacionados à TI Verde. Com base em regras definidas por Bardin (2016), foram identificados artigos dos quais foram relacionados mais relevantes com a motivação, homogeneidade, representatividade e pertinência.

Com este estudo foi realizada a categorização, que segundo Bardin (2016), na perspectiva da análise de conteúdo, é vista como classes que agrupam determinados elementos reunindo características comuns. Algumas categorias foram identificadas e destacadas como:

- ✓ Consumo de Recursos;
- ✓ Emissões de Carbono;
- ✓ Boas Práticas Sustentáveis;
- ✓ Conscientização e Engajamento;
- ✓ Inovação e Soluções Sustentáveis;
- ✓ Monitoramento Contínuo.

Com base no estudo de Lunardi *et al.* (2014), cada artigo foi analisado com o intuito de identificar e extrair os diferentes benefícios relacionados a cada prática. Foram identificados e destacadas 7 benefícios relacionados às práticas em questão:

- ✓ Redução de custos;
- ✓ Redução de insumos;
- ✓ Redução do consumo de energia;
- ✓ Imagem;
- ✓ Redução na emissão de gás carbono;
- ✓ Redução de lixo eletrônico;
- ✓ Ciclo de vida.

Figura 7 - Categorias, práticas e benefícios da TI Verde.



Fonte - O autor (2024).

3.6 CORRELAÇÃO COM O PDTI DO IFPE

Através da Resolução nº 72 de 18 de outubro de 2019, parte do processo SEI nº 23294.018423.2018-61 foi aprovada o último PDTI válido do IFPE, com vigência de 4 anos (2019-2023).

Com a finalidade de ser um instrumento de diagnóstico, planejamento e gestão dos recursos e processos que visa atender às necessidades do Instituto para um determinado período, eliminar o desperdício, priorizar e monitorar ações e metas.

Sua construção foi realizada de forma colaborativa através do Fórum de Tecnologia da Informação e Comunicação (FORTI), responsável pela construção e validação do documento. Esse fórum é composto por todos os membros da área de tecnologia da informação e comunicação do IFPE para que o instrumento pudesse ser, de fato, representativo.

As iniciativas estratégicas foram definidas a partir de dois documentos norteadores vigentes: o Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto (PDI/IFPE) e a Estratégia de Governança Digital da Administração Pública (EGD). A partir destes foram acrescentadas necessidades específicas de tecnologia da informação e comunicação compondo, assim, o inventário de necessidades.

Considerando as necessidades, metas citados no PDTI, encontra-se uma necessidade específica voltada à sustentabilidade (N18), onde listam 3 metas e apenas 2 delas foram implantadas e continuadas, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Necessidade nº 18 PDTI (2019-2023).

N18 - Propor soluções com foco em sustentabilidade	
M49 - Propor sistema de controle de impressão para o IFPE	
M50 - Propor sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED)	
M51 - Propor solução de energia para data center através de fontes renováveis	

Fonte - PDTI do IFPE (2019-2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa, para o alcance do objetivo de analisar o grau de utilização dos computadores, inicialmente ocorreu análise das respostas do formulário eletrônico e posteriormente, a análise estatística dos dados monitorados pela ferramenta desenvolvida, como apresenta a seção 5.1.

Com a análise de conteúdo na literatura, como demonstra a seção 5.2, foi possível a verificação e análise de trabalhos abordando o tema TI Verde, possibilitando a identificação de boas práticas e a sugestão de um selo sustentável, apresentado na seção 4.3 da metodologia, juntamente com a elaboração do produto encontrado na seção 5.3.

Na seção 5.4, foram apontados os pontos alcançados relacionados à sustentabilidade na área da Tecnologia da Informação do IFPE e o PDTI e apresentado os pontos que o Campus Paulista conseguiu alcançar de forma não institucional.

4.1 ANÁLISE DO MONITORAMENTO

4.1.1 Formulário de Pesquisa

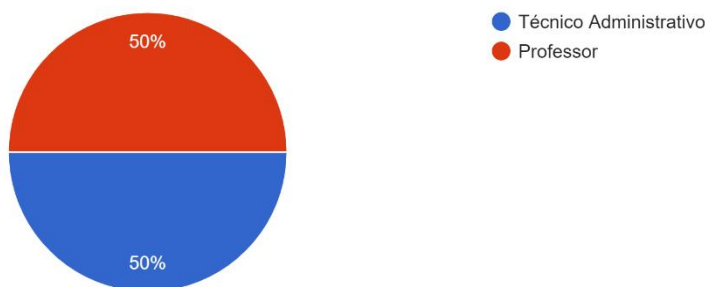
O instrumento de coleta agrupou as questões em 8 blocos de perguntas delimitando as dimensões a serem analisadas: (1) “Seu setor?”; (2) Se “Servidor ou Terceirizado”; (3) “Caso seja Servidor”; (4) “Você considera seu conhecimento de usabilidade de um Microcomputador como?”; (5) “Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas.”; (6) “A quantidade de Microcomputadores no setor/sala está a contento?”; (7) “O Microcomputador disponibilizado em seu setor/sala possui a configuração de Hardware adequada para a execução das atividades?”; (8) “Caso tenha alguma sugestão sobre a distribuição, aquisição dos equipamentos, sinta-se livre para fazê-lo.”, sendo esta última, de forma livre. A partir das respostas obtidas, foram gerados gráficos abaixo:

A análise inicia com as respostas do formulário eletrônico, apresentadas no Apêndice 1 deste trabalho, foram obtidas 40 respostas dentro do Campus onde a 20 foram de servidores Técnico Administrativos e 20 de Docentes, como demonstra o Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Questão 3 do Questionário.

Caso seja Servidor:

40 respostas

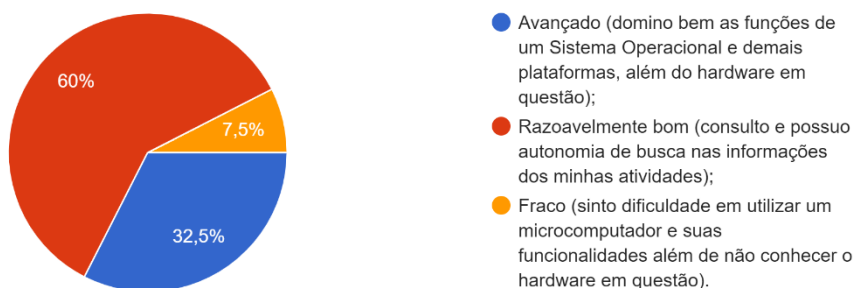


Fonte - O autor (2024).

Gráfico 2 - Questão 4 do Questionário

Você considera seu conhecimento de usabilidade de um Microcomputador como?

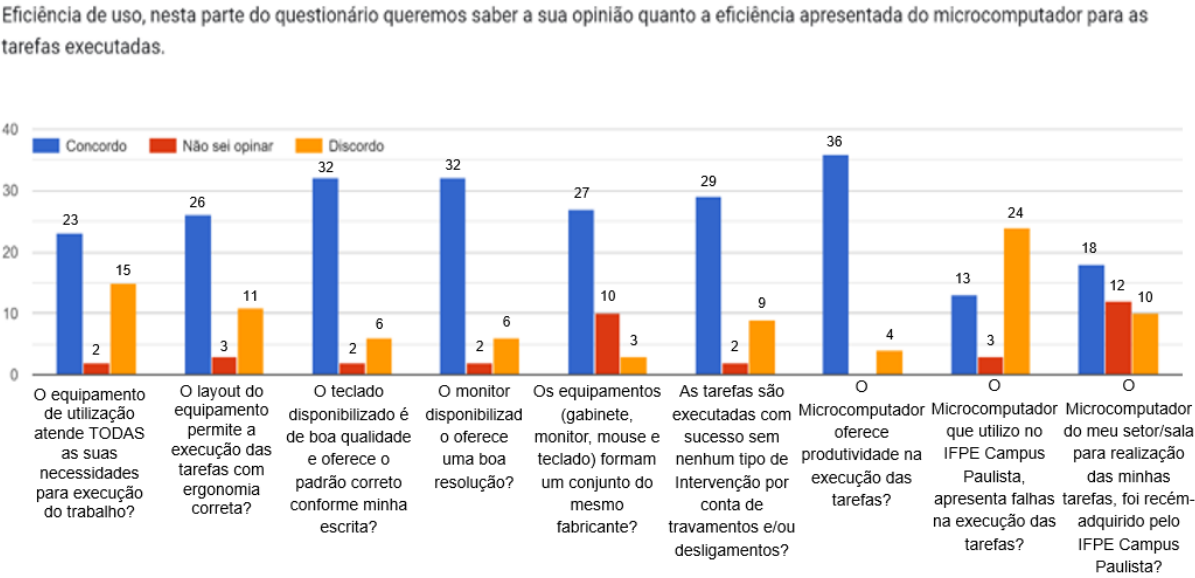
40 respostas



Fonte - O autor (2024).

Em análise do Gráfico 2, permite observar que 60% das respostas são pessoas que possuem um conhecimento na utilização do computador e/ou em realizar pesquisas, já 32,5% possuem um domínio avançado em sua utilização e apenas 7,5% sentem dificuldades na utilização de um computador e suas funcionalidades.

Gráfico 3 - Questão 5 do Questionário

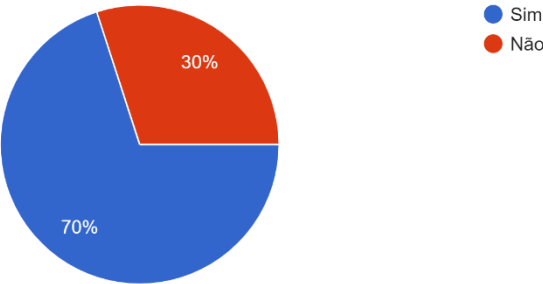


Fonte - O autor (2024).

No gráfico do Gráfico 3, estão sendo exibidas as respostas referentes a eficiência em relação à utilização dos recurso de hardware disponibilizado, tanto nos setores administrativos quanto nos Laboratórios.

Gráfico 4 - Questão 6 do Questionário.

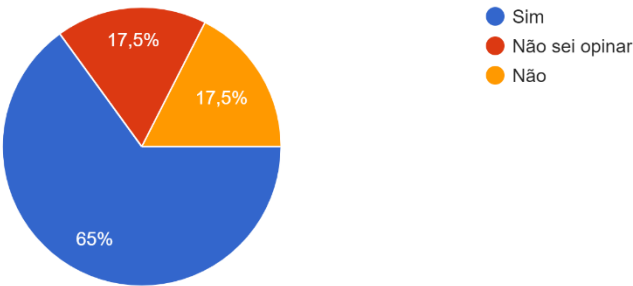
A quantidade de Microcomputadores no setor/sala está a contento?
40 respostas



Fonte - O autor (2024).

Gráfico 5 - Questão 7 do Questionário.

O Microcomputador disponibilizado em seu setor/sala possui a configuração de Hardware adequada para a execução das atividades?
40 respostas



Fonte - O autor (2024).

O Gráfico do Gráfico 5 apresenta o sentimento da necessidade de hardware, expressado pelo usuário para execução de suas atividades, uma vez que são diferentes tipos de setores e principalmente levando em consideração a utilização dos equipamentos no laboratório do curso de ADS.

4.1.2 Análise Estatística das medições

No setor administrativo, foi escolhida a máquina PLT-260577, com o intuito de apresentar a análise estatística das amostras (Quadro 6) e por questões de representatividade, serão apresentados os gráficos com as métricas da memória RAM e da CPU e são métricas mais relevantes para o desempenho computacional.

Quadro 6 - Dados Estatísticos da Medição

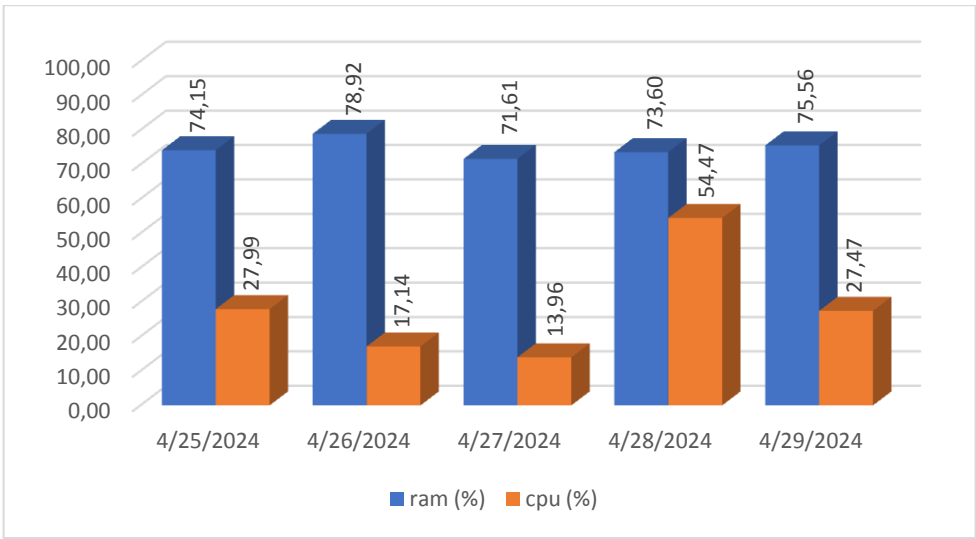
	DADOS ESTATÍSTICOS DAS MEDIÇÕES			
	Ram	Swap	Cache	CPU
Mínimo (%)	60,60	12,30	00,36013299817406	0,70
Máximo (%)	86,60	24,70	377,87052777898800	95,80
Média	74,77	18,44	140,56384549637800	28,20
Tamanho (n)	360	360	360	360
Estimativa de Classes	18,97	18,97	18,97	18,97
Classes	18	18	18	18
Incremento	1,44	0,69	20,97279971004520	5,28
Desvio Padrão	8,07	4,13	125,56871582056300	22,69

Variância Amostral	65,16	17,04	1576750239282540000,0000000000000000	514,82
Incremento 2	0,26	0,12	03,77510394780814	0,9510

Fonte - O autor (2024).

Como parte das medições realizadas, foi criado o Gráfico 6, contendo as médias diárias de utilização da memória RAM e da CPU, durante o período de monitoramento para a máquina escolhida dos setores administrativos.

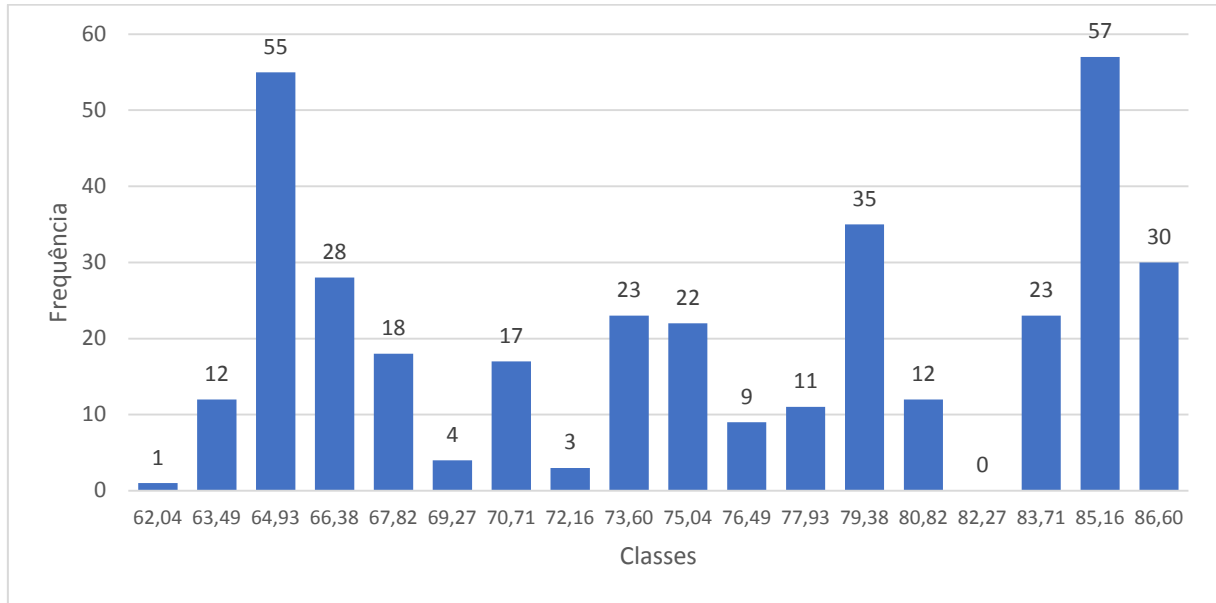
Gráfico 6 - Média diária dos recursos (RAM e CPU).



Fonte - O autor (2024).

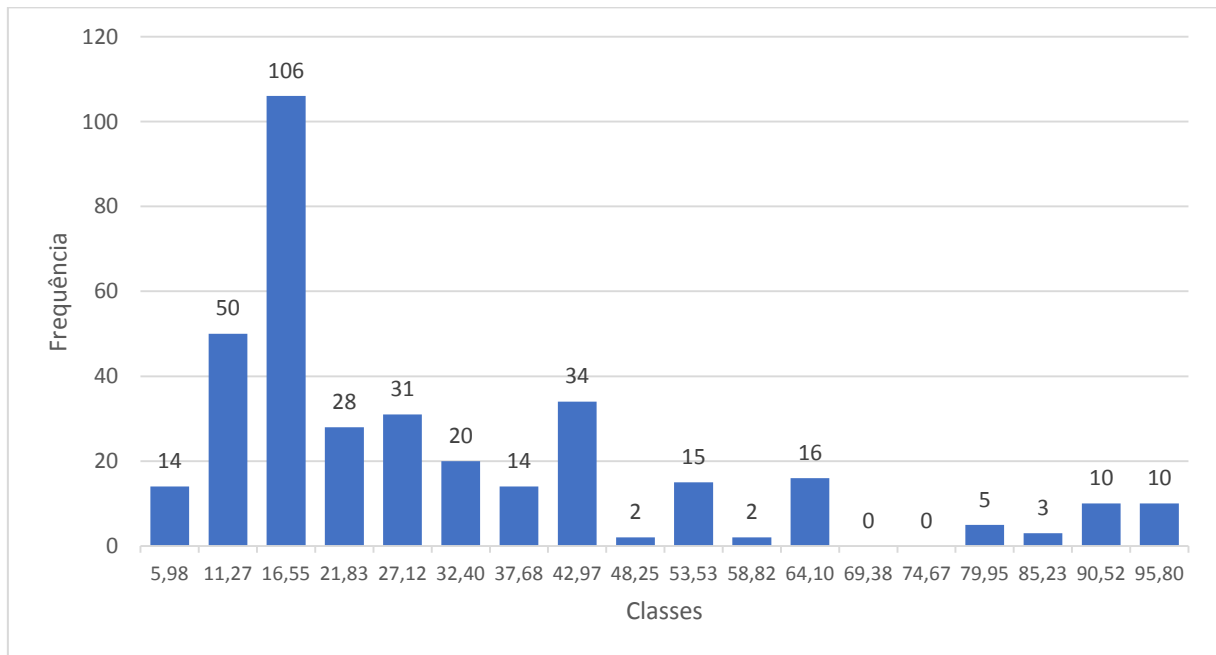
Considerando os gráficos 7 e 8 a seguir, identificamos que a utilização da memória RAM nesta máquina teve uma maior frequência percentual de utilização entre 83,72% e 85,16%, contabilizando 57 ocorrências. Para o processamento da CPU teve sua maior frequência percentual de utilização entre 11,28% e 16,55%, contabilizando 106 ocorrências.

Gráfico 7 - Histograma da Frequência na medição (RAM).



Fonte - O autor (2024).

Gráfico 8 - Histograma da Frequência na medição (CPU).



Fonte - O autor (2024).

Considerando os gráficos a seguir, podemos perceber graficamente que não existe nenhum outlier presente no monitoramento da memória RAM (Gráfico 9) desta máquina, onde todos os percentuais estão obedecendo o L_{sup} (101,17%) e o L_{inf} (48,37%). Para as amostras da CPU (Gráfico 10), foi identificado graficamente que existem outliers presentes,

ultrapassando o L_{sup} (66,27%) mas obedecendo o L_{inf} (-9,86%) e analisando o Gráfico 8, verificamos que a frequência das amostras acima de 66,27% resulta em 28 ocorrências.

Com isso temos os Quadros 7 e 9 mais abaixo, que apresentam os resultados dos cálculos utilizando as devidas fórmulas estatísticas para gerar os gráficos de identificação de outliers.

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

$$L_{sup} = \bar{x} + 1,5 \times IQR$$

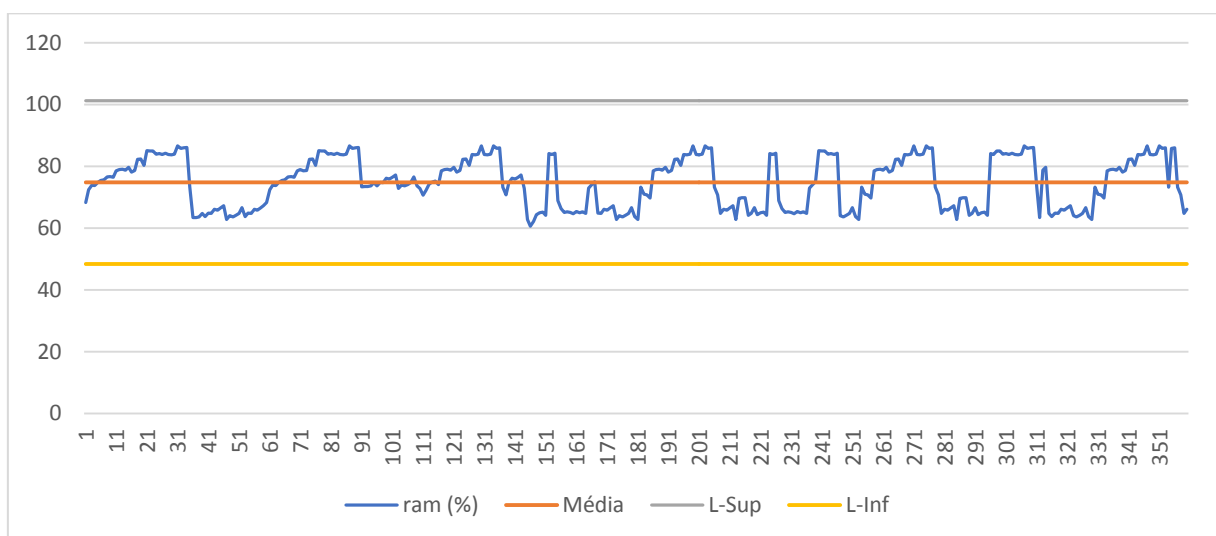
$$L_{inf} = \bar{x} - 1,5 \times IQR$$

Quadro 7 - Dados de identificação dos outliers.

	RAM (%)	CPU (%)
Média ($\bar{x}$)	74,77	28,20
Quartil 1 (Q_1)	66,10	12,63
Quartil 3 (Q_3)	83,70	38
IRQ (IQR)	17,60	25,38
Limite Superior (L_{sup})	101,17	66,27
Limite Inferior (L_{inf})	48,37	-9,86

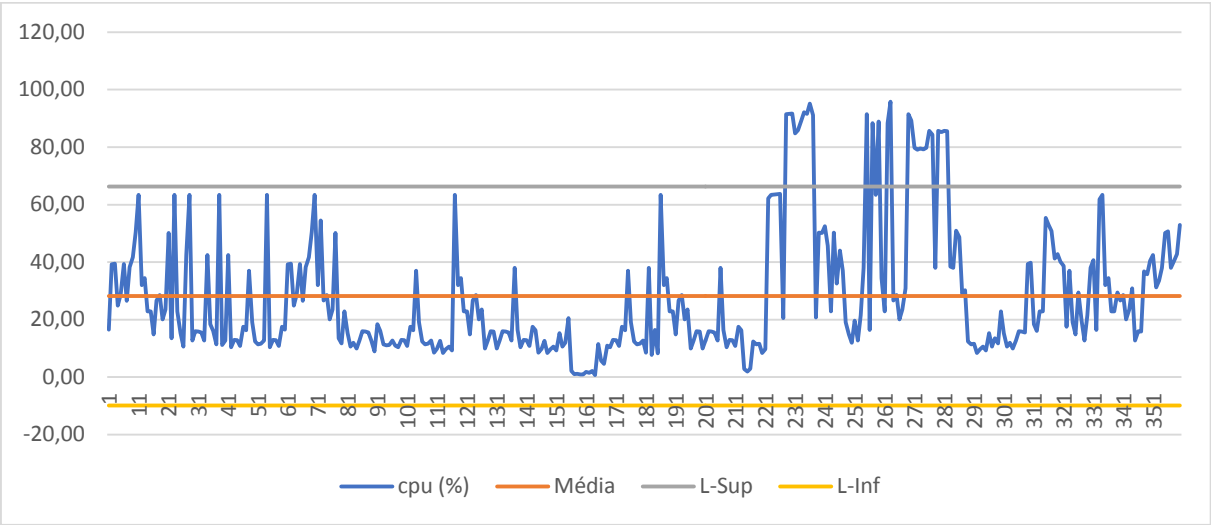
Fonte - O autor (2024).

Gráfico 9 - Identificação dos Outliers da amostra total (RAM).



Fonte - O autor (2024).

Gráfico 10 - Identificação dos Outliers da amostra total (CPU)



Fonte - O autor (2024).

No Laboratório do curso de ADS, foi escolhida a máquina PLT-260628, com o intuito de apresentar a análise estatística das amostras (Quadro 8) e por questões de representatividade, também serão apresentados apenas os gráficos com as métricas da memória RAM e da CPU.

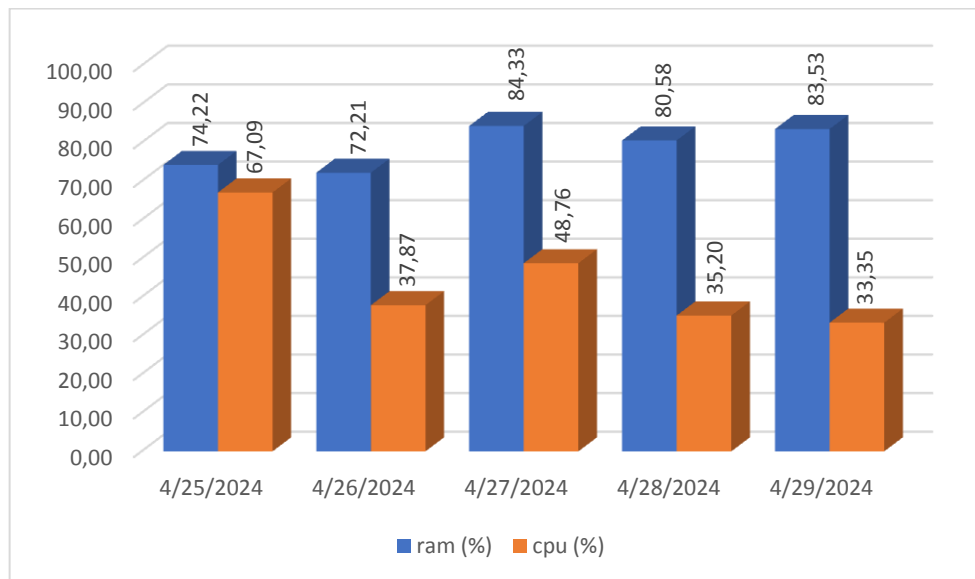
Quadro 8 - Dados Estatísticos da Medição

	DADOS ESTATÍSTICOS DA MEDIÇÕES			
	Ram	Swap	Cache	CPU
Mínimo (%)	60,00	2,40	00,37416512890555	4,90
Máximo (%)	98,00	41,80	668,58463013818000	100,00
Média	78,97	23,19	146,69158832180300	44,45
Tamanho (n)	360	360	360	360
Estimativa de Classes	18,97	18,97	18,97	18,97
Classes	18	18	18	18
Incremento	2,11	2,19	37,12280361162640	5,28
Desvio Padrão	11,86	7,39	123,48028986385800	25,31
Variância Amostral	140,56	54,63	1524738198486240000,00000000000000	640,49
Incremento 2	0,38	0,39	06,68210465009274	0,9510

Fonte - O autor (2024).

Como parte das medições realizadas, foi criado o Gráfico 11, contendo as médias diárias de utilização da memória RAM e da CPU, durante o período de monitoramento para a máquina escolhida do laboratório de ADS.

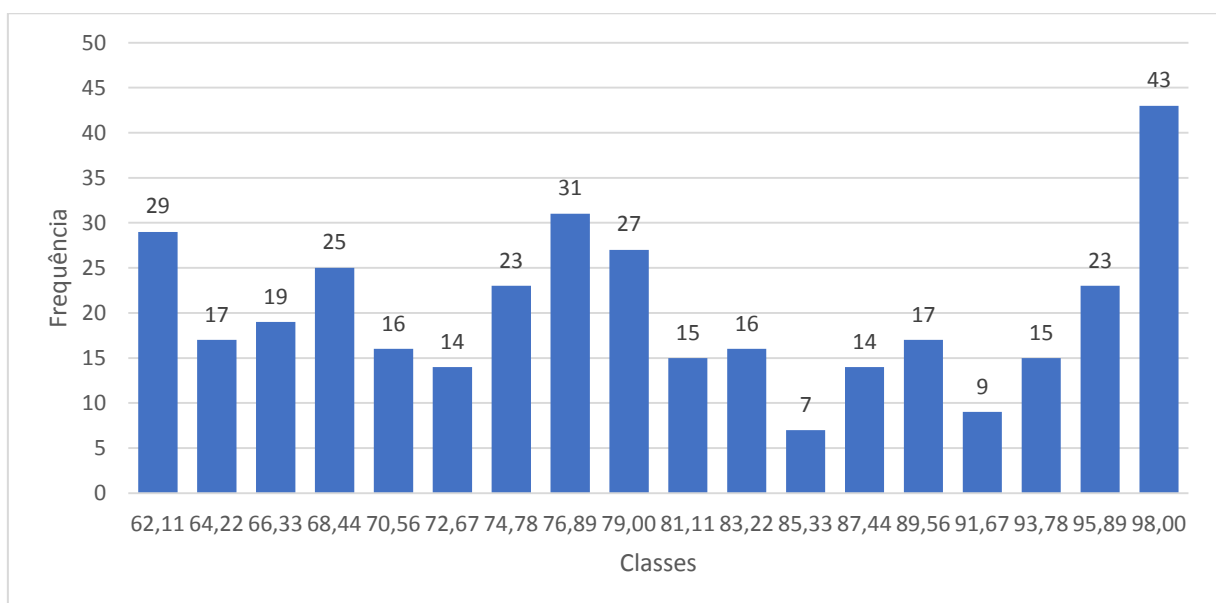
Gráfico 11 - Média diária dos recursos (RAM e CPU).



Fonte - O autor (2024).

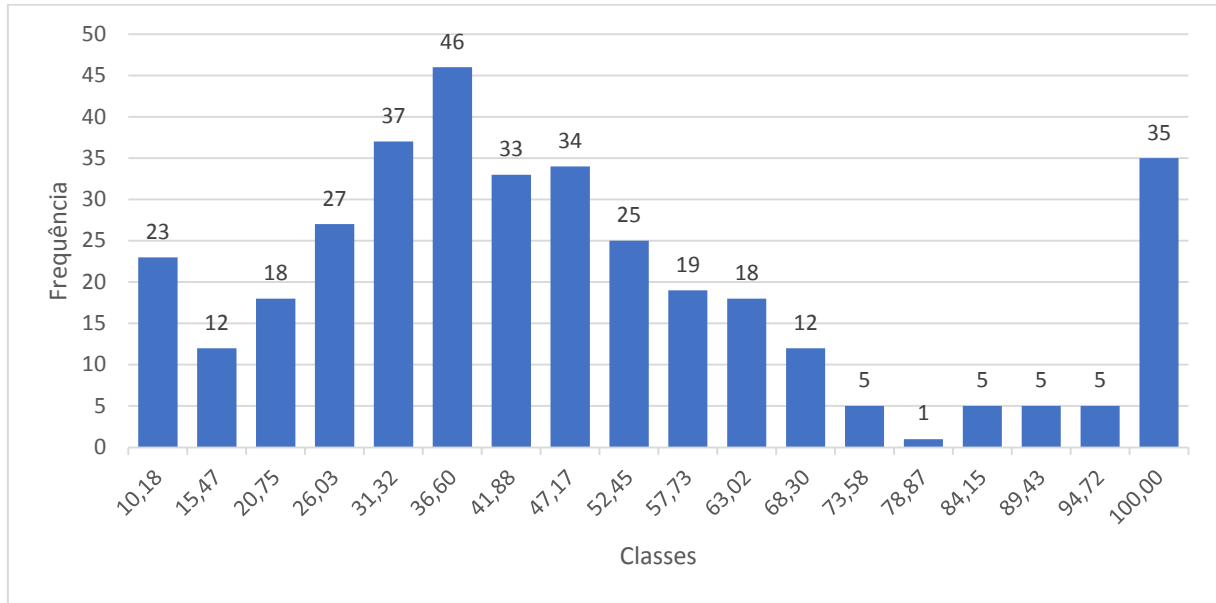
Considerando os gráficos 12 e 13 a seguir, identificamos que a utilização da memória RAM nesta máquina teve uma maior frequência percentual de utilização entre 95,90% e 98%, contabilizando 43 ocorrências. Para o processamento da CPU teve sua maior frequência percentual de utilização entre 31,33% e 36,60%, contabilizando 46 ocorrências.

Gráfico 12 - Histograma da Frequência na medição (RAM).



Fonte - O autor (2024).

Gráfico 13 - Histograma da Frequência na medição (CPU).



Fonte - O autor (2024).

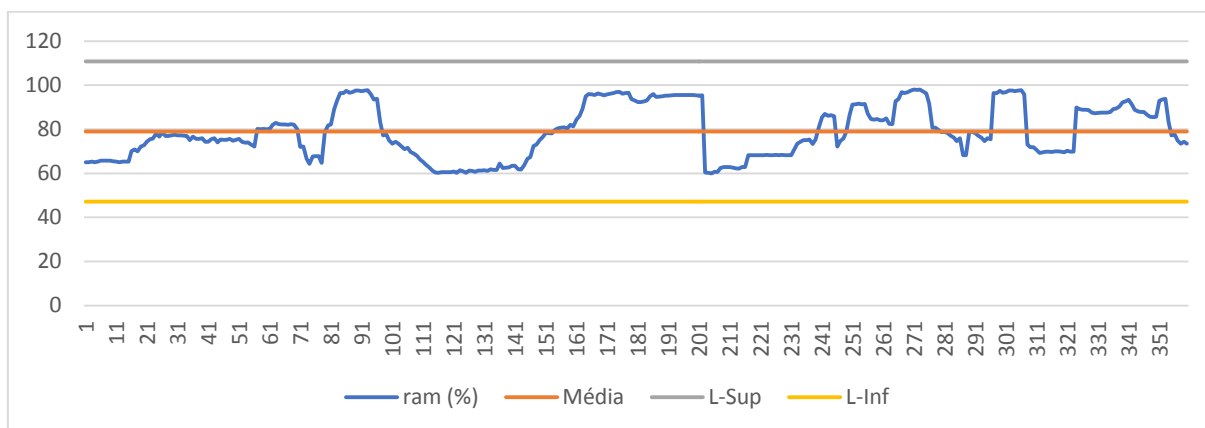
Considerando os gráficos a seguir, podemos perceber graficamente que não existe nenhum outlier presente no monitoramento da memória RAM (Gráfico 14) desta máquina, onde todos os percentuais estão obedecendo o L_{sup} (110,81%) e o L_{inf} (47,14%). Para as amostras da CPU (Gráfico 15), foi identificado graficamente que existem outliers presentes, ultrapassando o L_{sup} (88,40%) mas obedecendo o L_{inf} (-0,47%) onde as amostras acima de 88,40% resultam em 41 ocorrências.

Quadro 9 - Dados de identificação dos outliers.

	RAM (%)	CPU (%)
Média ($\bar{x}$)	78,97	44,45
Quartil 1 (Q_1)	68,55	27,35
Quartil 3 (Q_3)	89,78	56,68
IRQ (IQR)	21,23	29,33
Limite Superior (L_{sup})	110,81	88,44
Limite Inferior (L_{inf})	47,14	0,47

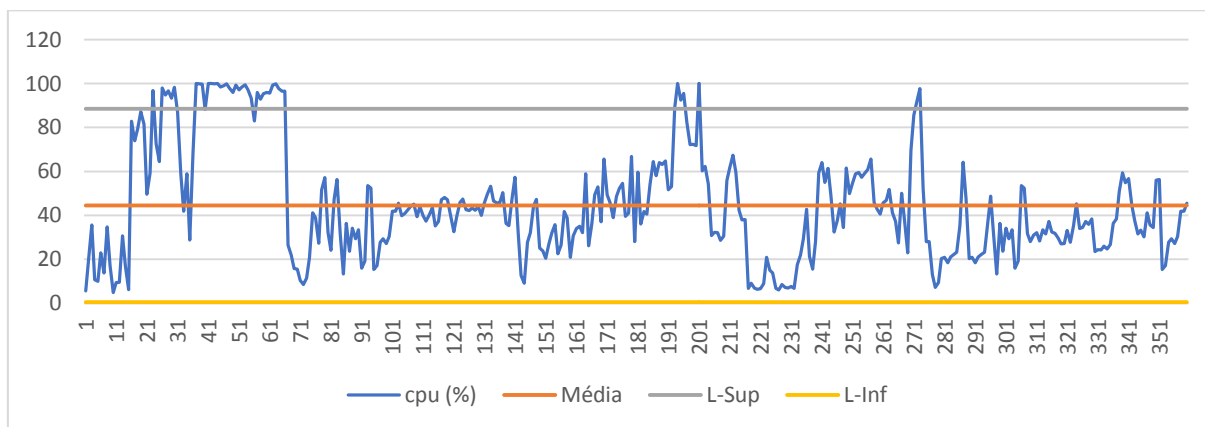
Fonte - O autor (2024).

Gráfico 14 - Identificação dos Outliers da amostra total (RAM).



Fonte - O autor (2024).

Gráfico 15 - Identificação dos Outliers da amostra total (CPU).



Fonte - O autor (2024).

Os gráficos de identificação de outliers aqui apresentados, identificam graficamente a presença destas ocorrências atípicas que em conjunto com o histograma, é possível identificar a quantidade de outliers presentes nas medições. Para isso, são utilizados intervalo entre quartis (IQR), os quartis (Q) a média ($\bar{x}$), limite superior (L_{sup}) e limite inferior (L_{inf}).

O Quadro 10 apresenta a média de utilização dos recursos dos computadores no período monitorado dos setores administrativos.

Quadro 10 - Média de utilização nos setores administrativos.

Computadores dos setores Administrativos	Memória RAM (%)	SWAP (%)	CACHE	CPU (%)
PLT-260577	74,77	18,44	140,56384549637800	28,20

PLT-260579	70,61	19,79	204,29030864336900	3,81
PLT-260580	71,83	18,70	186,28125504459300	8,81
PLT-260581	71,28	18,45	193,36631028325800	7,42
PLT-260582	73,84	17,65	153,45088129900300	16,44
PLT-260584	70,50	18,66	191,71765682308900	8,16
PLT-260586	71,80	17,90	160,70685440031100	12,84
PLT-260587	70,13	19,33	201,45433418766400	5,96
PLT-260588	70,23	18,88	198,77142816921000	5,81
PLT-260590	70,95	19,21	184,21772338045700	6,07
PLT-260592	70,20	19,96	193,10741007797200	3,87
PLT-260593	70,33	19,53	193,27959211375900	4,64
PLT-260595	70,77	19,09	180,04562283366900	7,40
PLT-260596	69,68	17,71	183,49335068163100	8,25
PLT-260598	70,75	18,37	174,42949352047300	8,96
PLT-260599	68,62	19,14	193,28862947580000	5,58
PLT-260600	71,36	18,75	173,80408815208400	9,73
PLT-260601	70,67	18,73	193,55717342330000	5,03
PLT-260610	69,74	19,23	199,64673168593000	4,65
PLT-260611	70,50	18,79	179,09782313879700	7,82

Fonte - O autor (2024).

O Monitoramento realizado nas 20 máquinas do Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Campus, teve como resultado o Quadro 11 apresentando também o média de utilização dos recursos de cada equipamento.

Quadro 11 - Média de utilização no laboratório de ADS.

Computadores do Laboratório de ADS	Memória RAM (%)	SWAP (%)	CACHE	CPU (%)
PLT-260628	78,97	23,19	146,69158832180300	44,45
PLT-260629	73,98	27,39	148,43824487322100	43,17
PLT-260630	71,61	26,08	156,68112676923200	39,96
PLT-260631	73,61	26,48	154,66052256724600	45,96
PLT-260632	72,16	24,61	153,01946838703500	37,26

PLT-260633	68,96	27,65	160,68212022984600	42,45
PLT-260634	70,23	27,69	147,50243455703000	36,46
PLT-260635	76,14	22,89	163,05374950803700	38,31
PLT-260636	77,32	12,43	144,19489426227400	43,78
PLT-260637	75,76	16,63	145,00289792965900	45,49
PLT-260638	75,92	18,68	139,21685060267300	41,38
PLT-260639	74,76	24,97	162,60902245803900	38,25
PLT-260640	72,43	26,70	144,98154048818700	41,62
PLT-260641	73,41	17,98	149,61338242565000	47,32
PLT-260642	75,45	22,48	188,73384974963900	37,59
PLT-260643	70,01	27,19	167,22023321791300	42,42
PLT-260644	82,88	16,46	125,22108850817500	45,67
PLT-260645	69,14	17,69	176,31013988816400	46,69
PLT-260646	75,74	24,52	177,38029858993300	43,78
PLT-260647	85,24	23,23	145,11505041879500	44,60

Fonte - O autor (2024).

Como Resultado, considerando as análises do monitoramento realizado no período, podemos verificar que nos setores administrativos do IFPE Campus Paulista, não demandam de máquinas com desempenho mais elevado do que o atual, onde na maioria dos setores a média de utilização dos recursos computacionais não ultrapassam 73,84% de memória RAM e 16,44% de CPU, com exceção em um dos casos, que apresenta números mais elevados a nível de utilização na máquina PLT-260577, situada na Coordenação de Tecnologia da Informação e Comunicação (CTIC), onde são realizados serviços constantes que utilizam mais recursos computacionais, com isso, podemos evitar uma possível compra desnecessária nos próximos anos.

No laboratório do curso de ADS, percebe-se que a média das máquinas está bem mais elevada e o percentual de utilização da grande maioria, em alguns momentos, chegou a 100% de processamento da CPU e quase utilização máxima da memória RAM. Houve também, apontamentos e solicitações de alguns docentes na coleta do relatório (etapa 1 da Figura 2), sugerindo a necessidade de uma possível troca por equipamentos mais robustos e capazes de suportar as requisições computacionais trabalhadas no laboratório.

Esta análise deve ter como resultado, a correta destinação dos equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação, envolvendo os riscos na utilização, necessidades

de recursos computacionais, reutilização e descarte de equipamentos eletroeletrônicos dentro de uma Instituição Federal de ensino tecnológico, considerando seus diversos tipos de cenários e necessidades.

4.2 CÁLCULO DA ECONOMIA COM A ENERGIA FOTOVOLTAICA

Importante destacar que os cálculos foram feitos para cada mês do ano analisado, considerando que o Campus possui uma demanda contratada de 550 kW e que possui uma subestação com transformadores que suportem trabalhar com essa potência e a potência do sistema solar fotovoltaico a ser instalada é de 65,55 kW. Por fim, será apresentado o valor da economia mensal e anual com a migração.

Quadro 12 - Valores gerados em kWh por mês

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Geração (kWh)	10.643,87	10.213,80	10.808,47	9.238,61	8.284,66	7.486,46

Fonte - O autor (2024).

Considerando os dados da Geração kWh/mês, pode-se observar no Quadro 13 abaixo, a Estimativa de Economia mensal que o Campus teria se já estivesse com o sistema de energia fotovoltaica já instalado.

Quadro 13 - Estimativa de Economia Mensal

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estimativa de Economia (R\$)	5.861,40	5.585,64	5.897,24	5.077,79	4.435,76	4.029,15

Fonte - O autor (2024).

Para efetuar a Estimativa de Economia anual (*EEa*), foi utilizado apenas o período real efetivo, ou seja, os meses em que o Campus Paulista não esteve em processo de greve declarada. Com isso, foi efetuada a média da Estimativa Economia dos meses de Janeiro (*EEjan*), Fevereiro (*EEfev*) e Março (*EEmar*) de 2024.

$$EEa = \frac{EEjan + EEfev + EEmar}{3} \times 12 = \text{R\$ } 69.377,12$$

4.3 ANÁLISE DA PESQUISA QUANTITATIVA

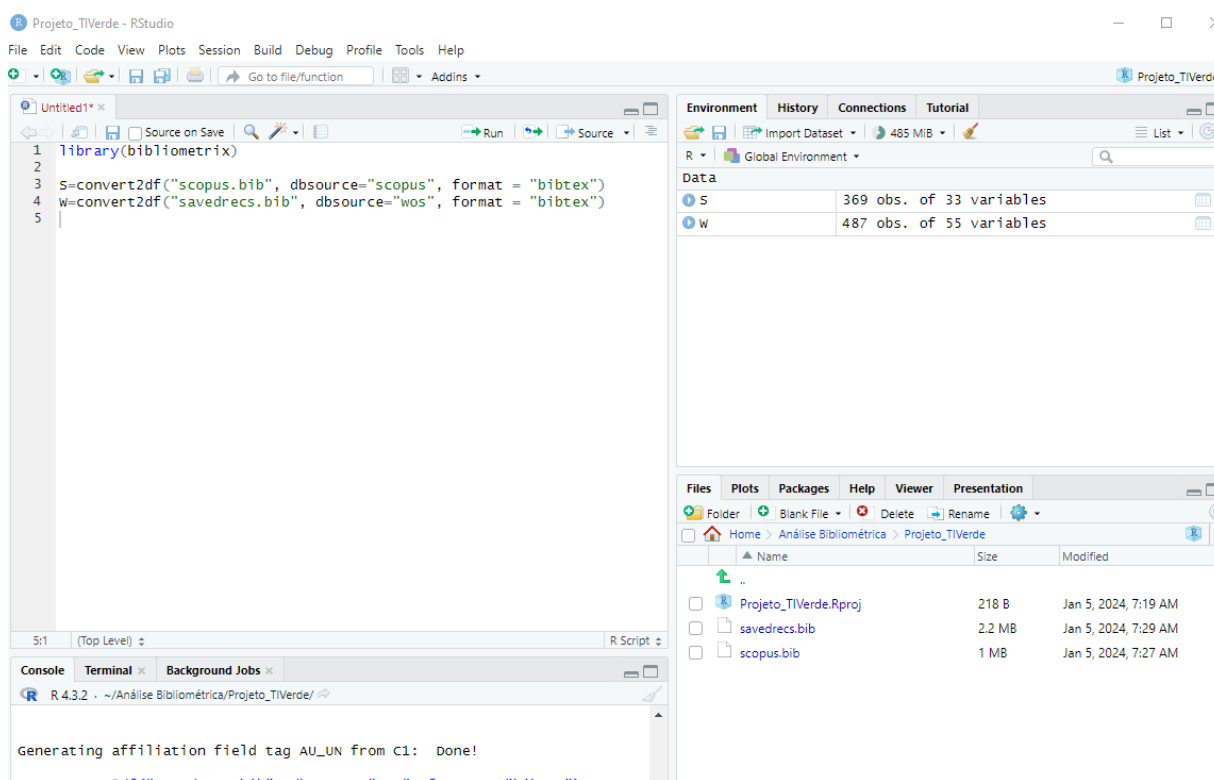
Com a coleta dos dados nas bases de pesquisa SCOPUS e WOS, foi executado o seguinte *script* abaixo no o RStudio, como demonstra a Figura 8, iniciado com um comando para importação dos dados coletados e identificá-los devidamente:

```
library(bibliometrix)
```

```
S=convert2df("scopus.bib", dbsource="scopus", format = "bibtex")
```

```
W=convert2df("savedrecs.bib", dbsource="wos", format = "bibtex")
```

Figura 8 - Print do script utilizado no RStudio.



Fonte - O autor (2024).

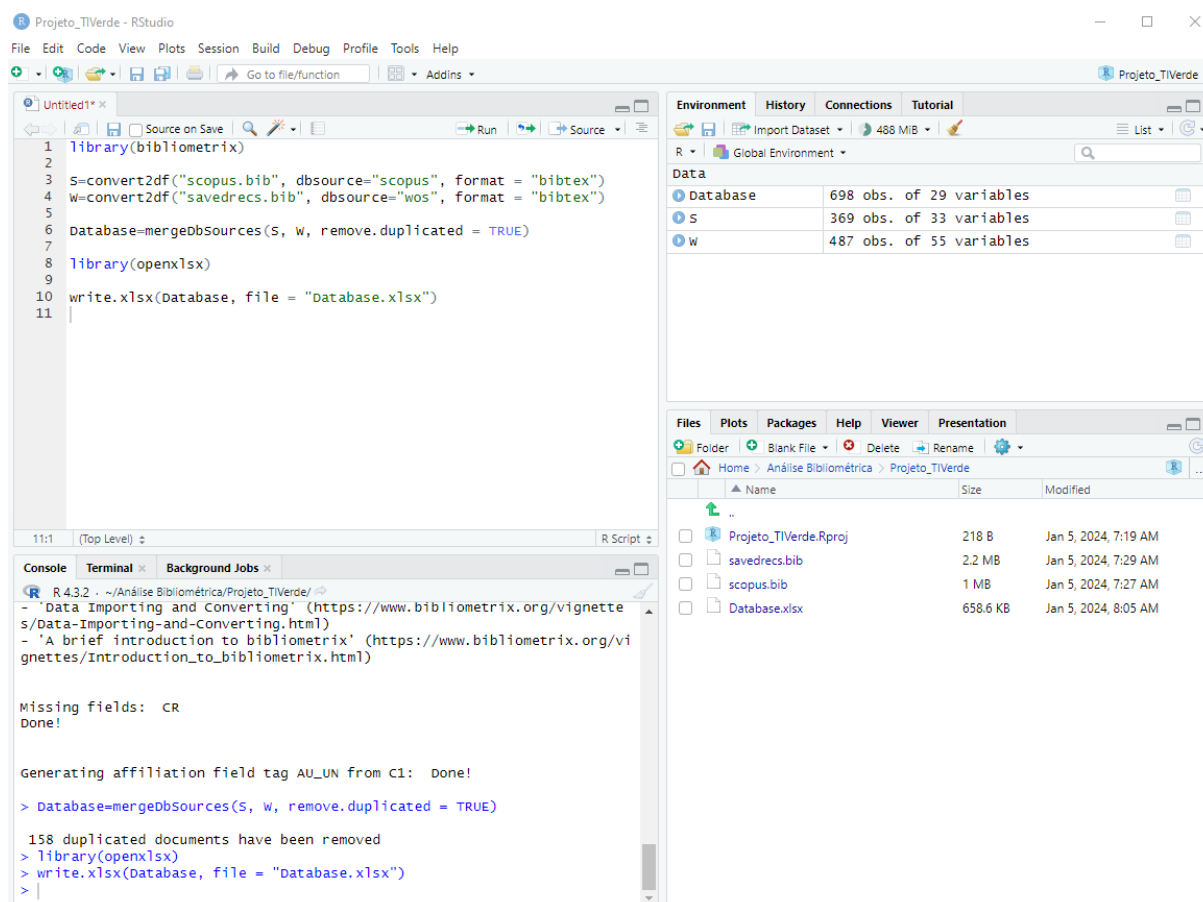
Após a importação dos dados colhidos das bases e identificá-los dentro do R com as devidas siglas “S” e “W”, observando que por algum motivo não identificado, a conversão da base “scopus.bib” teve a perda de 3 documentos, resultando em 369.

Em seguida, foi executado o comando abaixo, para fazer a união dos dois dados importados e ao mesmo tempo, remover os documentos duplicados, gerando um único

arquivo denominado “Database.xlsx”, esta união obteve como resultado **158** documentos duplicados excluídos entre as duas bases, resultando em **698** documentos, como demonstra na Figura 9.

```
Database=mergeDbSources(S,W, remove.duplicated = TRUE)
```

Figura 9 - Print da execução dos comandos finais do Script (merge e write).



Fonte - O autor (2024).

Também na Figura 9, pode-se observar que, com a criação do banco de dados “Database” foram executados os comandos abaixo, invocando a biblioteca “xlsx” e transformando o banco em um arquivo executável de extensão “.xlsx”.

```
library(openxlsx)
```



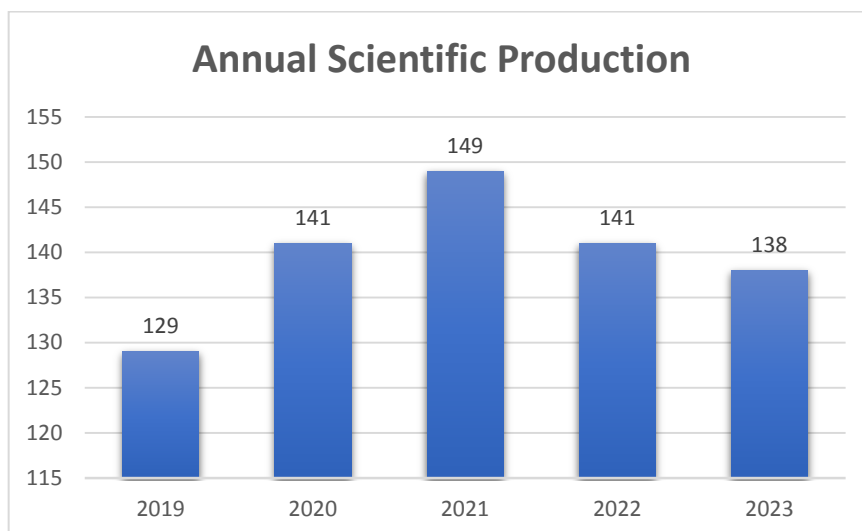
```
write.xlsx(Database,file = "Database.xlsx")
```

Finalizada a exportação da base final, unificada e tratada, finalmente executamos o comando para abrir o *Biblioshiny* e iniciar as análises dos dados exportados.

```
Biblioshiny()
```

Os resultados da análise, demonstraram que as produções científicas anuais na área de TI Verde (*Green IT*) decaíram com o passar do tempo, tendo como “pico” o ano de 2021, como demonstra o Gráfico 16, também em relação à média de citações por ano e à média de citações por artigo, dando um maior engajamento na motivação desta pesquisa.

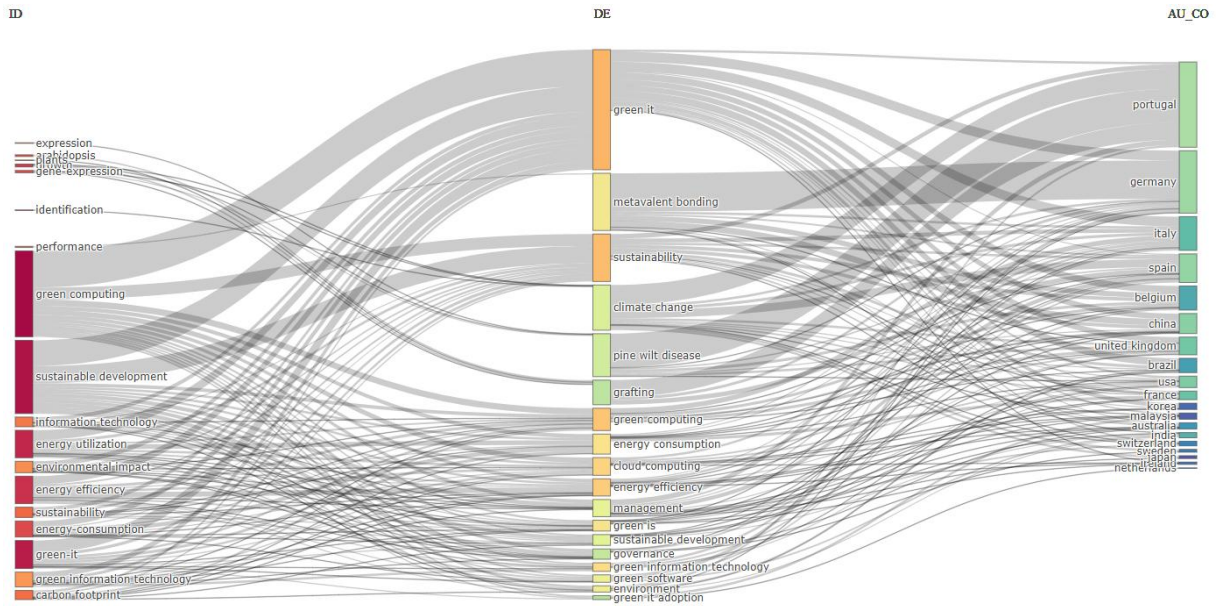
Gráfico 16 - Produção Científica Anual.



Fonte - O autor (2024).

Pôde-se observar também, que houve uma relação entre as palavras mais utilizadas, palavras-chave e os países que foram publicados, facilitando e gerando uma melhor associação referente ao tema, como demonstra o Gráfico 17.

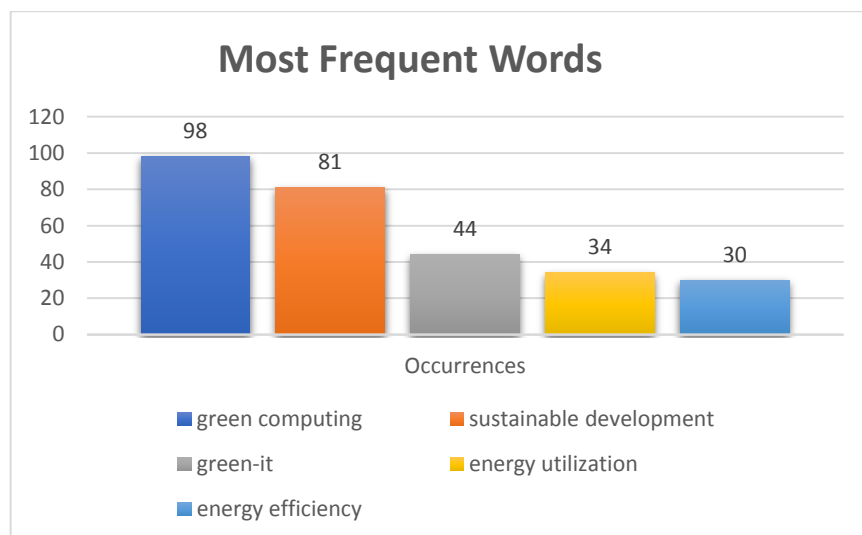
Gráfico 17 - *Three-Field Plot Keyword-plus (left), Keyword (middle) and Countries (right).*



Fonte - O autor (2024).

De acordo com a Gráfico 18, “*Green Computing*” surge como palavra mais frequente, contribuindo em 98 ocorrências, seguida de “*Sustainable Development*” com 81, “*Green IT*” com 44, “*Energy Utilization*” com 34 e “*Energy Efficiency*” com 30 ocorrências.

Gráfico 18 - Palavras mais frequentes.



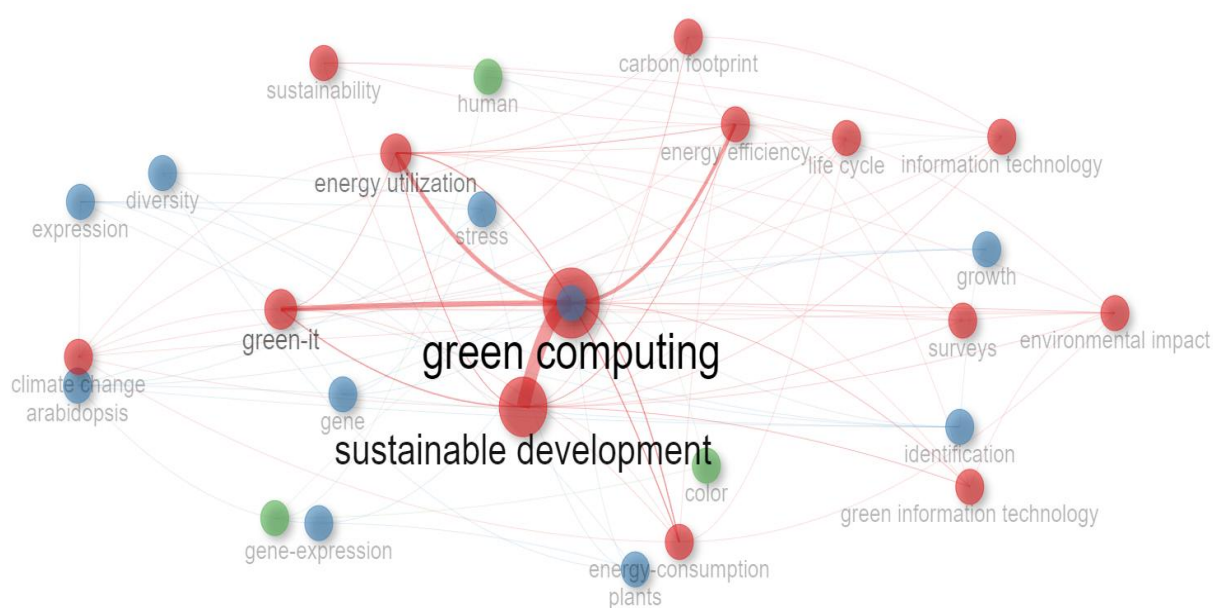
Fonte - O autor (2024).

Alguns itens, como palavras-chave ou palavras de índice ou entidades de recurso pronunciadas em um artigo, aparecem simultaneamente chamados de fenômeno de co-ocorrência. Trata-se de um estudo quantificável do fenômeno de co-ocorrência, para revelar a

conotação de conteúdo da evidência e o conhecimento disfarçado por itens específicos. Palavras-chave podem atingir os limites de exploração no estudo e regulação de *hotspots* de pesquisa e tendências de crescimento (Van Eck; Waltman, 2010).

O Gráfico 19, mostra a rede de co-ocorrência das palavras mais utilizadas na operação da mesclagem dos dois bancos de dados. Foi limitado para o gráfico, nas configurações do Biblioshiny, um total de 30 nós em um *layout* tipo *sphere* e a utilização de algoritmo de agrupamento tipo *Edge Betweenness*.

Gráfico 19 - Rede de co-ocorrências.



Fonte - O autor (2024).

4.4 PRODUTO DA PESQUISA EXPLORATÓRIO-QUALITATIVA

Como fruto da pesquisa exploratório-qualitativa que tem como base a pesquisa quantitativa, onde foram analisados e extraídos as categorias e suas práticas relacionadas, temos a Quadro 14 abaixo que, baseando-se em Lunardi *et al.* (2014), foram relacionados os benefícios à cada categoria analisada, permitindo que responsável pela análise, possa atribuir a pontuação 1 caso o benefício tenha relação com a prática aplicada dentro da instituição.

Quadro 14 - Benefícios obtidos através da adoção de diferentes práticas verdes adotadas na área de TI.

Categorias e Práticas	Benefícios relacionados						
	Redução de custos	Redução de insumos	Redução do consumo de energia	Imagem	Redução na emissão de gás carbono	Redução de lixo eletrônico	Ciclo de vida
Consumo de Recursos							
Aproveitamento de água da chuva							
Equipamentos mais eficientes							
Sistemas de gerenciamento de energia							
Sistema fotovoltaico de energia							
Emissões de Carbono							
<i>Cloud Computing</i>							
Aquisição de equipamentos verdes							
Teletrabalho/videoconferência							
Boas Práticas Sustentáveis							
Prédio verde							
Fornecedores verdes							
Descarte correto de materiais (REEE)							
Doação ou entrega de equipamentos							
<i>Trade-in</i> (nível Campus)							
Implantação de política de sustentabilidade							
Conscientização e Engajamento							
Campanhas de conscientização							
Alinhamento com a regulamentação							
Equipamentos com selos sustentáveis							
Campanha de recolhimento de REEE							
Inovação e Soluções Sustentáveis							
Inventário de equipamentos de TI							
Sistema eletrônico de Processos							
Modernização do Datacenter							
Terceirização de impressões							
Monitoramento Contínuo							
Sistema de monitoramento de TI Verde							
Sistema de monitoramento energético							
Monitoramento de impressões							
Total							

Fonte - O autor, adaptado de Lunardi *et al.* (2014).

4.4.1 Pontuação para Obtenção do Selo de Sustentabilidade na Área de TI

A obtenção de um selo de sustentabilidade na área de TI requer uma avaliação criteriosa de diversas práticas e métricas relacionadas à eficiência operacional e responsabilidade ambiental. A pontuação proposta abaixo serve como um guia para avaliar o desempenho sustentável da empresa, considerando os objetivos estabelecidos na proposta.

1. Categoria: Consumo de Recursos (25 pontos)

1.1 Eficiência Energética:

- Redução do consumo de energia em servidores e equipamentos de TI.
 - ✓ 0-5 pontos: Sem redução significativa.
 - ✓ 6-15 pontos: Redução moderada (10-20%).
 - ✓ 16-25 pontos: Redução substancial (acima de 20%).

1.2 Hardware Eficiente:

- Estratégias para prolongar a vida útil e maximizar a eficiência do hardware.
 - ✓ 0-5 pontos: Práticas padrão.
 - ✓ 6-15 pontos: Adoção de estratégias eficientes.
 - ✓ 16-25 pontos: Estratégias inovadoras e eficazes.

2. Categoria: Emissões de Carbono (20 pontos)

2.1 Pegada de Carbono:

- Redução das emissões de gases de efeito estufa associadas às operações de TI.
 - ✓ 0-5 pontos: Sem redução significativa.
 - ✓ 6-15 pontos: Redução moderada (10-20%).
 - ✓ 16-20 pontos: Redução substancial (acima de 20%).

3. Categoria: Boas Práticas Sustentáveis (15 pontos)

3.1 Implementação de Boas Práticas:

- Adoção de práticas sustentáveis na gestão de resíduos, compras e processos.
 - ✓ 0-5 pontos: Adoção mínima de práticas sustentáveis.
 - ✓ 6-10 pontos: Implementação de boas práticas.

- ✓ 11-15 pontos: Inovação e liderança em práticas sustentáveis.

4. Categoria: Conscientização e Engajamento (15 pontos)

4.1 Campanhas de Conscientização:

- Efetividade das campanhas para envolver a equipe e demais stakeholders.
 - ✓ 0-5 pontos: Conscientização básica.
 - ✓ 6-10 pontos: Envolvimento moderado.
 - ✓ 11-15 pontos: Alto envolvimento e participação.

5. Categoria: Inovação e Soluções Sustentáveis (15 pontos)

5.1 Soluções Inovadoras:

- Implementação de soluções tecnológicas inovadoras para a sustentabilidade.
 - ✓ 0-5 pontos: Pouca inovação.
 - ✓ 6-10 pontos: Alguma inovação.
 - ✓ 11-15 pontos: Inovação notável e impactante.

6. Categoria: Monitoramento Contínuo (10 pontos)

6.1 Sistema de Monitoramento:

- Estabelecimento de um sistema eficaz para monitorar e avaliar continuamente o desempenho sustentável.
 - ✓ 0-3 pontos: Monitoramento básico.
 - ✓ 4-7 pontos: Monitoramento eficaz.
 - ✓ 8-10 pontos: Monitoramento avançado e adaptativo.

Total de Pontos Possíveis: 100 pontos

- **80-100 pontos:** Desempenho excelente, atendendo aos mais altos padrões de sustentabilidade.
- **60-79 pontos:** Desempenho sólido, com espaço para melhorias incrementais.
- **30-59 pontos:** Desempenho básico, requerendo melhorias substanciais.
- **0-29 pontos:** Desempenho insuficiente, necessitando de uma revisão completa das práticas sustentáveis.

Esta pontuação é flexível e pode ser ajustada conforme as especificidades do Instituto Federal de Pernambuco. A avaliação contínua e a busca por melhorias são essenciais para manter e aprimorar a posição da IFPE no espectro de sustentabilidade.

4.5 ANÁLISE DA CORRELAÇÃO COM O PDTI

Em meados de 2018, o Campus Paulista aderiu aos procedimentos de utilização de outsourcing de impressão e até a atual data, está em estado de continuidade. A adoção do outsourcing de impressão elimina a necessidade de aquisição de impressoras e toners e as eventuais manutenções dos equipamentos, trazendo economicidade para o IFPE.

Em relação à meta de nº 50 (M50), o IFPE adotou o Sistema Eletrônico de Informações (SEI), desenvolvido pelo Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4), é uma ferramenta de gestão de documentos e processos eletrônicos, e tem como objetivo promover a eficiência administrativa, onde junto com a solução de outsourcing de impressão (M49), diminui consideravelmente a impressão e utilização de papel.

Ainda que, não previsto como meta, em 2022 foi iniciado um processo no SEI de nº 23737.028302/2022-03 para procedimentos de descarte de REEE e de materiais inservíveis do Campus, dentre eles, computadores, nobreaks, estabilizadores, impressoras, notebooks e tablets.

Em relação a uma fonte renovável de energia, o Campus Paulista conseguiu ser contemplado com a instalação de um sistema fotovoltaico, através de um Edital de chamada pública da Neoenergia, onde o IFPE foi um dos cotados e está em fase processual (SEI nº 23737.003715/2022-81).

Apesar de existir algo envolvendo a sustentabilidade no meio tecnológico, não há políticas concretas e objetos que contribuam diretamente na normatização da TI Verde, citando procedimentos e normas e um fator importante também que é o reconhecimento sustentável para toda comunidade, que é um selo de sustentabilidade.

5 CONCLUSÃO

Desta forma, os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados, sendo possível demonstrar os valores encontrados com o cruzamento dos dados adquiridos da ferramenta desenvolvida e do formulário eletrônico para as tomadas de decisão conforme a usabilidade e eficiência.

Também foi apresentada uma simulação demonstrando a economia mensal que um Campus de um Instituto Federal de Educação teria caso estivesse com um sistema de energia fotovoltaica gerando parte de seu próprio consumo, demonstrando também sua geração/potência mensal.

Foi realizada uma análise de conteúdo na literatura, identificando os trabalhos realizados na área da TI Verde, servindo como base para criação do produto, incitando a normatização e implantação de políticas sustentáveis na área da Tecnologia da Informação, assim como também de forma universal dentro de um Campus do IFPE, contendo métricas, pontuações e benefícios, implantando suas práticas. Considerando ainda que, foi possível a visualização de implantação de um selo sustentável ao atingir as metas propostas, tornando a imagem do Campus bem-posicionado dentro de algumas premissas que envolvem a sustentabilidade no meio acadêmico e empresarial.

Foi apresentado também, a execução de um planejamento onde se promova ações mais sustentáveis proporcionando economicidade nos processos de uma unidade educacional, que se traduzirá em um uso mais racional dos recursos. No âmbito do setor público, as orientações tornam-se importantes porque, em geral, estes recursos são escassos e a racionalidade no uso é sempre uma recomendação dos órgãos de controle de gastos públicos.

Algumas dificuldades e limitações foram encontradas na execução do monitoramento, a duração deste monitoramento estava programada para durar 15 dias, porém, por conta de o IFPE aderir a uma greve nacional, sua duração teve apenas 5 dias (25/04/2024 a 29/04/2024). Outra limitação deve-se por conta de que alguns servidores não estavam comparecendo ao Campus todos os dias por conta do Programa de Gestão e Desempenho (PGD) realizado pelos servidores. Com relação ao laboratório, foi necessária a junção das amostras dentro do mesmo período (dia), uma vez que as aulas não duravam as 6 horas contínuas. Além disso a greve criou um obstáculo para a simulação dos gastos com a implantação da energia fotovoltaica, onde foram utilizados apenas três dos seis meses, que possuímos as contas de energia devidamente registradas para estimar a economia anual com energia elétrica.

Como sugestão de trabalhos futuros, envolvendo a sustentabilidade no meio Tecnológico e utilizando a metodologia desenvolvida nessa pesquisa, podem-se citar:

- a) Trabalhar ainda mais a aplicação, aperfeiçoamento e a adaptação da ferramenta para um software com interface web, mais bem estruturado e integrado ao sistema de patrimônio do governo (SIASD), recém adotado pelo IFPE, para um controle ainda maior dos equipamentos (inventário) e o contínuo aperfeiçoamento na adoção das propostas de TI Verde e implantação de um selo sustentável, ambos direcionados para a um meio ambiente mais sustentável;
- b) Introduzir a Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT), para efetuar leituras em dispositivos voltados para sustentabilidade energética do Campus, utilizando equipamentos Arduino e seus sensores;
- c) Utilizar também os mesmos procedimentos de IA com IoT para efetuar um projeto de reaproveitamento de águas da chuva, para fins específicos dentro da instituição;
- d) Fazer o levantamento da economicidade energética em um período maior, para não obter valores atípicos, como foi uma parte do período e efetuando também o comparativo e simulação com um sistema eólico de energia.

REFERÊNCIAS

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of Urban Technology**, v.22, n.1, p.3-21, 2015.

Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2014.942092?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 07 ago. 2024.

AGGARWAL, C.C. **Outliers Analysis**. 2.ed. Cham, Switzerland: Springer, 2017.

BALDÉ, C.P.; D'Angelo, E.; LUDA, V.; DEUBZER, O.; KUEHR, R. **Global Transboundary E-waste Flows Monitor 2022**. [s.l.]: UNITAR, 2022. Disponível em:

https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf. Acesso em: 6 ago. 2024. (rever a chamada da citação)

BALDÉ, C. P. *et al.* **The Global E-Waste Monitor 2024**. [s.l.]: UNITAR, 2024. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf. Acesso em: 7 ago. 2024. (rever a chamada da citação)

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto. São Paulo: Edições 70, 2016. 279 p.

BATISTA, W. da S.; DE SOUZA, M. P. TI Verde: Processo de Gestão de Descarte de Equipamentos de Informática na Universidade Federal de Rondônia. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 30-38, 2019. DOI: 10.18696/reunir.v9i2.799. Disponível em:

<https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/799>. Acesso em: 5 ago. 2024.

BOZATTO, Alexandra Aparecida Dias et al. Análise da conscientização e comportamento de estudantes de gestão do ensino superior perante o descarte de lixo eletrônico. **Prospectus**, v. 2, n. 2, 2020. Disponível em:

<https://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/38>. Acesso em: 5 ago. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, Casa Civil, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 abr. 2023.

BROOKS, S.; WANG, X.; SARKER, S. Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature. In: PROCEEDINGS OF THE 16TH AMERICAS CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, Lima, Peru, 2010. 12 a 15 de agosto. Disponível em: <http://aisel.aisnet.org/amcis2010/398>. Acesso em 3 abr. 2023.

COLÊNCIO, Gabrielle; ROLAND, Carlos Eduardo de França. TI verde nos data centers: estudo sobre preservação ambiental e sustentabilidade. **Revista EduFatec: educação, tecnologia e gestão**, Franca, v.1, n.2, p. 1-30, jul. /dez. 2018. Disponível em: <https://revistaedufatec.fatecfranca.edu.br/wp-content/uploads/2019/03/Gabrielle-Colencio.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.

CUNHA, Claudi Machado da. **Controle de Bens Patrimoniais do Município de Tio Hugo - RS**. Orientador: Fernando do Nascimento Lock. 2011. 63 p. Monografia (Especialização em Gestão Pública) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS, 2011. Disponível em:

https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1414/Cunha_Claudi_Machado_da.pdf?sequencia=1&isAllowed=y. Acesso em: 5 ago. 2024.

DAHER, Wilton de Medeiros; OLIVEIRA, Marcelle Colares; CALS, Bruno de Oliveira; PONTE, Vera Maria Rodrigues. Responsabilidade social corporativa segundo o modelo de Hopkins: um estudo nas empresas do setor energético do nordeste brasileiro. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 1, n. 1, p. 30–46, 2007. DOI: 10.24857/rgsa.v1i1.14. Disponível em:

<https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/14>. Acesso em: 5 ago. 2024.

DAL'MASO, F. V. N.; NOGUEIRA, M. A. F. de S.; DE ALMEIDA, V. L. Tecnologia da informação verde: um estudo sobre sua adoção na UFGD. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 5672–5694, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n6-130. Disponível em:

<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/825>. Acesso em: 5 ago. 2024.

DAO, Viet; LANGELLA, Ian; CARBO, Jerry. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 20, n. 1, p. 63-79, 2011. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963868711000035>. Acesso em: 5 de ago. 2024.

D'SOUZA, Clare; TAGHIAN, Mehdi; LAMB, Peter; PERETIATKOS. Green products and corporate strategy: an empirical investigation. **Society and business review**, v. 1, n. 2, p. 144-157, 2006. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17465680610669825/full/html>. Acesso em: 5 ago. 2024.

DUMAN, G. M.; KONGAR, E.; GUPTA, S. M. (2019). *Estimation of electronic waste using optimized multivariate grey models*. *Waste Management*, 95, 241-249. doi:10.1016/j.wasman.2019.06.023

EMPRESA de pesquisa energética. **Eficiência Energética**. Disponível em:

<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 1 ago. 2024.

FILGUEIRAS, Igor F. Loureiro ; LEFKI, Marcella F. V. O. B. F.; NEGROMONTE, Raphaella F. de M.; MELO, Fagner J. C. Avaliação da percepção de práticas da TI Verde em uma instituição pública de ensino. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 1294–1311, 2023. DOI: 10.48017/dj.v8i2.2497.

FUENTES-BARGUES, Jose Luis; FERRER-GISBERT, Pablo Sebastian; GONZÁLEZ-CRUZ, M^a Carmen. Analysis of Green public procurement of works by Spanish public universities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n.

9, p. 1888, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/9/1888>. Acesso em: 5 ago. 2024.

HEJRI, Farkhondeh Mortaz; RADFAR, Reza; ZOHRABI, Masoud; RABIEIPAKDEH, Zeynab. Empirical Evaluation of Iranian CIO Perspective with Adoption of Green Information Technology. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v. 2022, n. 1, p. 3408915, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2022/3408915>. Acesso em: 5 ago. 2024.

LEÃO, Fabiana Ramalho Carneiro; SOUSA, Gisele Gomes de. A automação do inventário patrimonial: a experiência de Pernambuco no controle e localização dos bens móveis. *In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA*, 7., 2014, Brasília/DF. **Anais [...]**. Brasília/DF, 2014.

LUNARDI, Guilherme Lerch; SIMÕES, Renata; FRIO, Ricardo Saraiva. TI Verde: Uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. **REAd. Revista Eletrônica de Administração** (Porto Alegre), v. 20, p. 1-30, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/read/a/8KzGRQSRSPnDWRfWpcqbgFy/>. Acesso em: 5 ago. 2024.

MACHADO, Dagoberto Fraga. **A relevância para o gestor municipal do inventário patrimonial na administração pública**: análise em uma secretaria municipal. Orientador: Ana Tércia Lopes Rodrigues. 2015. Artigo (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/147352>. Acesso em: 5 ago. 2024.

MAITINO Neto, Roque; FAXINA, João Marcos. TI verde e sustentabilidade. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 7, n. 7, p. 159-174, 2012. Disponível em: <https://exatastechnologias.pgsscogna.com.br/rcext/article/view/2272>. Acesso em: 06 ago. 2024.

MATARAZZO, Agata; TUCCIO, Giovanna; TEODORO, Giuseppe; FAILLA, Francesco; GIUFFRIDA, Vincenzo A. Mass balance as green economic and sustainable management in WEEE sector. **Energy Procedia**, v. 157, p. 1377-1384, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021831275X> Acesso em: 6 ago. 2024.

MOLLA, Alem. Organizational motivations for Green IT: Exploring Green IT matrix and motivation models. **PACIS 2009 Proceedings**, p. 13, 2009. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/pacis2009/13/>. Acesso em: 6 ago. 2024.

MOREIRA, Adriana R. de C. F. M.; VIANNA, Cleverson T.; NEVES, Elpídio R. das N.; MELO, Pedro A. de M.; GAUTHIER, Fernando O. (2020). PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E CULTURA ORGANIZACIONAL: - PRÁTICAS E LIÇÕES APRENDIDAS - ESTUDO DE CASO EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS. 10.48090/ciki.v1i1.896.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 6. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

MURUGESAN, San. Harnessing green IT: Principles and practices. **IT professional**, v. 10, n. 1, p. 24-33, 2008. Disponível em: <https://www.computer.org/csdl/magazine/it/2008/01/mit2008010024/13rRUwhpBA1>. Acesso em: 6 ago. 2024.

NATUME, R. Y.; SANT'ANNA, F. S. P. Resíduos Eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011. São Paulo. **Anais Eletrônicos** [...] Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/ptbr/site/home.asp>. Acesso em: 6 ago. 2024.

NAVARRO, J. L. A.; RUIZ, V. R. L.; PENA, D. N. The effect of ICT use and capability on knowledge-based cities. **Cities**, v.60, p.272-80, parte A, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275116305753>. Acesso em: 6 ago. 2024.

NOGUEIRA, Maria da Graça Saraiva Saraiva; GARCIA, Tania Elisa Morales; RAMOS, Maria da Graça Gomes. Governança corporativa, responsabilidade social corporativa: a visão de atores de uma Instituição de Ensino Superior - IES federal. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 5, n. 3, p. 222-244, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3193/319327516012.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2024.

PANDAS. **Pandas documentation**. 2024. Disponível em: <https://pandas.pydata.org/docs/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

PDE 2034. YUKIZAKI, Allex Y. G.; SIQUEIRA, Arthur M. Q.; RAMOS, C. C.; KONZEN, Gabriel; ROCHA, S. S. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2034>. Acesso em: 8 Ago. 2024.

PLOTLY. **Plotly Express in Python**. 2024. Disponível em: <https://plotly.com/python/plotly-express/>. Acesso em: 28 de maio 2024.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2015.

PYTHON. **Psutil - project description**. 2019. Disponível em: <https://pypi.org/project/psutil/>. Acesso em: 28 de maio 2024.

PYTHON. **The Python Tutorial**. 2022. Disponível em: <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html#tutorial-index>. Acesso em 5 de fev. 2023.

PYTHON. **A Biblioteca Padrão do Python**. 2024. Disponível em: <https://docs.python.org/pt-br/3/library/>. Acesso em: 28 maio 2024.

RAMOS, Marília P. Métodos quantitativos e a pesquisa em Ciências Sociais. **Lógica e utilidade do uso da quantificação nas explicações dos fenômenos sociais**. Mediações, Londrina, v.18 n.1, p.55-65, jan./jun. 2013.

REINA-GUAÑA, Erika. Modelo de un Plan Estratégico Green IT y BPM para minimizar el impacto ambiental en la educación superior. **Revista Digital Novasinergia**, v. 4, n. 1, p. 136-

150, 2021. Disponível em:
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542021000100136.
 Acesso em: 5 6 ago. 2024.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. Planejamento estratégico da tecnologia de informação alinhado ao planejamento estratégico de empresas. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 3, n. 2, p. 39-51, 2002. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/1678-69712002/administracao.v3n2p39-51>. Acesso em: 6 ago. 2024.

RIDHOSARI, Betanti; RAHMAN, Ari. Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity, transportation, and waste generation: toward a green campus and promotion of environmental sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 246, p. 119172, 2020. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119172. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619340429>. Acesso em: 6 ago. 2024.

SALLES, Ana Carolina; ALVES, Ana Paula Ferreira; DOLCI, Décio Bittencourt; LUNARDI, Guilherme Lerch. Adoção de práticas de TI Verde nas organizações: um estudo baseado em mini casos. In: ENCONTRO DE ADMINISTRAÇÃO DA INFORMAÇÃO, 4., 2013, Bento Gonçalves, RS. 19- 21 maio de 2013. Disponível em:
https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/5373/2013_EnADI145.pdf?sequence=1. Acesso em: 5 ago. 2024.

SALLES, Ana Carolina; LUNARDI, Guilherme Lerch; THOMPSON, Fabiano. A Framework Proposal to Assess the Maturity of Green IT in Organizations. **Sustainability**, v. 14, n. 19, p. 12348, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su141912348>. Acesso em: 6 ago. 2024.

SEGARA, Patrick; HIKMAWATI, Erna; SURENDRO, Kridanto. Towards Sustainable Higher Education: A Framework for Implementing Green IT Strategies. In: 2023 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATICS (ICEEI). IEEE, 2023. p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICEEI59426.2023.10346921>. Acesso em: 6 ago. 2024.

SHAN, Peng; WANG, Chenxing; DENG, Hongbing. Technical systems of ecological and environmental monitoring associated with large-scale coal-fired power plants: case study in Xilingol, Inner Mongolia. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 24, n. 5, p. 444-449, 2017.

SILVA, Bruna Daniela; OLIVEIRA, Flávia Cremonesi; MARTINS, Dalton Lopes. **Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil**, Santo André, 2007. 59 p. Disponível em:
http://wiki.nosdigitais.teia.org.br/images/9/98/Lixo_eletronico_no_brasil_2008.pdf. Acesso em: 6 ago. 2024.

STREAMLIT. **Streamlit documentation**, 2024. Disponível em: <https://docs.streamlit.io/>. Acesso em: 28 maio 2024.

THEIS, V.; SCHREIBER, D. Análise Reflexiva acerca das Contribuições da TI Verde para a Sustentabilidade Corporativa. **Desenvolvimento em Questão**, v. 19, n. 56, p. 264–281, 24 nov. 2021.

TOKARNIA, Mariana, GRIESINGER, Denise. Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico. Rio de Janeiro: Agência Brasil, 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/brasil-e-o-quinto-maior-produtor-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 9 abr. 2023.

TOUMI, Iikka. From periphery to center: emerging research topics on knowledge society. **Technology Review**, Helsinki, v. 16, p. 1-63, Aug. 2001.

TURBAN, E; RAINER, R. K.; POTTER, R. E. **Introduction to information technology**. 3. ed. New Yourk: John Wiley & Sons, 2005.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division (2024). **World Population Prospects 2024: Summary of Results** (UN/DESA/POP/2024/TR/NO. 9). New York: United Nations, 2024. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesa_pd_2024_wpp_2024_advance_unedited_0.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/11192/84/2/article-p523.xml>. Acesso em: 7 ago. 2024.

VIECELLI, M. E.; MARKOSKI, A. A importância do controle patrimonial para as entidades públicas: um estudo de caso no Centro de Educação Superior do Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS). **Revista de Administração**, v. 11, n. 20, p. 9-28, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/233900420>. Acesso em: 7 ago. 2024.

WANDERLEY, Alex; RATUZNEI, Juliano; SILVA, Wellington. LCLE - Localizador Coletor de Lixo Eletrônico. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 23. , 2017, Recife. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. p. 89-97. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2017.89>.

XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. (rever a chamada da citação).

APÊNDICE A – RESULTADO DO FORMULÁRIO DE PESQUISA

Carimbo de data/hora	Seu setor?		Caso seja Servidor:	Você considera seu conhecimento de uso de um Microcomputador como?	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O equipamento de utilização atende TODAS as suas necessidades para execução do trabalho]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O layout do equipamento permite a execução das tarefas com ergonomia correta]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O teclado disponibilizado é de boa qualidade e oferece o padrão correto conforme minha escrita]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O monitor disponibilizado oferece uma boa resolução]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [Os equipamentos (gabinete, monitor, mouse e teclado) formam um conjunto do mesmo fabricante]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [As tarefas são executadas com sucesso sem nenhum tipo de intervenção por corria de travamentos e/ou desligamentos]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O Microcomputador oferece produtividade na execução das tarefas]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O Microcomputador que utilizo no IFPE Campus Paulista, apresenta falhas na execução das tarefas]	Eficiência de uso, nesta parte do questionário queremos saber a sua opinião quanto a eficiência apresentada do microcomputador para as tarefas executadas. [O Microcomputador do meu setor/sala para realização das minhas tarefas, foi recém-adquirido pelo IFPE Campus Paulista]	A quantidade de Microcomputadores no setor/sala está a contento?	O Microcomputador disponibilizado em seu setor/sala possui a configuração de Hardware adequada para a execução das atividades?	Caso tenha alguma sugestão sobre a distribuição, aquisição dos equipamentos, sinta-se livre para fazê-lo.
4/27/2023 13:06:07	CTIC	Servidor	Técnico Administrativo	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/27/2023 13:21:10	Diretoria de Administração e Planejamento	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/27/2023 13:25:34	CMPS	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Sim	Sim	
4/27/2023 13:26:32	CGPE	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Sim	Sim	
4/27/2023 13:39:38	DAP	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/27/2023 14:25:00	CFAC/DCLC/DAP	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/27/2023 14:50:05	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Não sei opinar	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Sim	Sim	
4/27/2023 15:44:59	BIBLIOTECA	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Não	Sim	
4/27/2023 16:17:54	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Não sei opinar	Sim	Não	
4/27/2023 17:35:23	CRADT	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Sim	Não sei opinar	Acho que deve colocar mais Microcomputadores.
27/04/2023 20:47:19	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Discordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Não	Sim	
4/27/2023 21:32:48	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Discordo	Sim	Sim	
4/28/2023 7:30:57	DAEE	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Sim	Sim	É necessária a aquisição de câmeras com microfone para as reuniões virtuais.
4/28/2023 7:39:32	CMPS	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Sim	Sim	

4/28/2023 7:45:40	Direção de ensino	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulta e possui autonomia de busca nas informações das minhas atividades);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/28/2023 7:48:31	CRADT	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulta e possui autonomia de busca nas informações das minhas atividades);	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Não	Não	
4/28/2023 7:48:53	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Concordo	Concordo	Sim	Não	muito boa a pesquisa e precisa ser estendida para todo o IFPE no futuro
4/28/2023 7:56:29	DEN	Servidor	Professor	Fraco (sinto dificuldade em utilizar um microcomputador e suas funcionalidades além de não conhecer o hardware em questão);	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Não	Não sei opinar	
4/28/2023 7:58:05	Direção de Ensino	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	Respondi ao formulário tendo o laboratório 3 em mente. O equipamento não atende às minhas atividades plenamente apenas porque ainda faltam softwares necessários para a plena execução de algumas aulas. Porém, o hardware e SO atendem plenamente, já que não noto queixas acerca de travamentos e/ou mau desempenho.
4/28/2023 8:10:02	CEOF	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulta e possui autonomia de busca nas informações das minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/28/2023 8:10:10	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulta e possui autonomia de busca nas informações das minhas atividades);	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Não sei opinar	Discordo	Concordo	Discordo	Discordo	Não	Sim	
4/28/2023 8:18:03	Den	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulta e possui autonomia de busca nas informações das minhas atividades);	Discordo	Não sei opinar	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Sim	Não sei opinar	
4/28/2023 8:20:06	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Sim	Não	Os computadores das salas de aulas, por não terem monitores, em alguns situações dificultam o desenvolvimento da aula, pois precisamos ficar digitando algo no teclado e olhando para a tela de projecão, causando um desconforto.
4/28/2023 8:57:01	DAEE	Servidor	Técnico Administrativo	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Sim	Não sei opinar	
4/28/2023 8:57:10	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Discordo	Não	Não	Precisamos de computadores com maior poder computacional e em maior quantidade. Configurações adequadas de memória RAM e até mesmo placas gráficas dedicadas são de extrema importância para execução das minhas atividades

4/28/2023 9:29:14	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Não	Sim	
4/28/2023 9:51:14	Gabinete	Servidor	Técnico Administrativo	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/28/2023 10:36:42	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Não	Não	Eu nem uso os computadores da sala de aula por ser lento e não ter internet. Prefiro usar o meu nesse momento
4/28/2023 10:44:38	Divisão de Ensino	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Não sei opinar	Discordo	Não sei opinar	Não sei opinar	Não sei opinar	Não sei opinar	Concordo	Não sei opinar	Não sei opinar	Sim	Não sei opinar	
4/28/2023 12:20:55	Direção - Geral	Servidor	Técnico Administrativo	Fraco (sinto dificuldade em utilizar um microcomputador e suas funcionalidades além de não conhecer o hardware em questão);	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Não sei opinar	Realizar um programa de manutenção e limpeza do sistema
4/28/2023 15:14:49	Biblioteca	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Sim	Sim	
4/28/2023 15:15:17	Coordenação de Informática	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Não sei opinar	Não	Sim	Precisamos de máquinas melhores, na maioria das vezes as máquinas do lab 2 ficam reiniciando e precisamos de acesso a internet com maior velocidade.
4/28/2023 15:31:40	DEN	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Sim	Sim	
4/28/2023 16:00:06	CRADT	Servidor	Técnico Administrativo	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Não sei opinar	Sim	Sim	
4/28/2023 18:26:56	DEN	Servidor	Professor	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Sim	Sim	AS SALAS DAS COORDENAÇÕES DE CURSO DEVERIAM SER MELHOR APARELHADAS COM COMPUTADORES E IMPRESSORAS.
4/29/2023 9:28:29	DEN	Servidor	Professor	Fraco (sinto dificuldade em utilizar um microcomputador e suas funcionalidades além de não conhecer o hardware em questão);	Não sei opinar	Discordo	Discordo	Concordo	Discordo	Discordo	Concordo	Não sei opinar	Não sei opinar	Não	Não sei opinar	
4/30/2023 16:04:19	DEN	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Discordo	Discordo	Discordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Não	Não	É necessário ofertar equipamentos de qualidade e atuais e o Microsoft office
5/3/2023 13:29:49	Divisão de Pesquisa e Extensão	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Sim	Sim	
5/4/2023 19:09:45	CRADT	Servidor	Técnico Administrativo	Razoavelmente bom (consulto e possuo autonomia de busca nas informações dos minhas atividades);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Sim	Sim	
5/6/2023 18:09:04	Den	Servidor	Professor	Avançado (domino bem as funções de um Sistema Operacional e demais plataformas, além do hardware em questão);	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Discordo	Não	Sim	* Os laboratórios do IFPE possuem computadores com diferentes configurações. Os computadores novos possuem uma boa

APÊNDICE B – ESTRUTURA DO SCRIPT PYTHON (BACKEND)

```
import psutil
import datetime
import platform
import time
import os
import csv

# Obtendo a data para colocar no nome do arquivo
get_measurement_date = datetime.datetime.now().strftime("%Y_%m_%d")

file_name = f'{get_measurement_date}_{platform.node()}.csv'
destination_folder = '//PLT-260576/monitoramento-hardware/leituras'

# Criando a pasta
if not os.path.exists(destination_folder):
    os.makedirs(destination_folder)

# Obtendo o caminho completo do arquivo
complete_path = os.path.join(os.path.abspath('.'), destination_folder, file_name)

# função para obter as métricas do sistema
def get_data_system() -> tuple:
    # MEMÓRIA
    # Utilização da memória RAM
    ram_percent = psutil.virtual_memory().percent
    # Utilização da swap
    swap_percent = psutil.swap_memory().percent
    # Utilização da cache (Windows)
    cache_percent = (psutil.virtual_memory().available * 100 / psutil.virtual_memory().total)
    # CPU
    # Utilização da CPU
    cpu_percent = psutil.cpu_percent()

    return (
```

```

    ram_percent, swap_percent, cache_percent, cpu_percent
)

# função para verificar se o arquivo passado já existe
def check_if_file_exists(datapath: str):
    if not os.path.exists(datapath):
        with open(datapath, 'w', newline='') as file:
            write = csv.writer(file)
            write.writerow(
                ("ram (%)", "swap (%)", "cache (%)", "cpu (%)"
            )

# Função para persistir dados em arquivo csv
def save_data_in_csv(datapath: str, data: tuple) -> None:
    check_if_file_exists(datapath)
    with open(datapath, 'a+', newline='') as file:
        write = csv.writer(file)
        write.writerow(data)

def main(measuring_range: int, total_time: int) -> None:
    initial_measerement_time = time.time()
    while True:
        if (time.time() - initial_measerement_time) >= total_time:
            break

        save_data_in_csv(complete_path, get_data_system())
        # esperando um intervalo de tempo
        time.sleep(measuring_range)

# Função para executar o script pelo período especificado
if __name__ == "__main__":
    main(300, 21600)

```

APÊNDICE C – ESTRUTURA DO SCRIPT PYTHON (FRONTEND)

```
import streamlit as st
import pandas as pd
import datetime
import platform
import plotly.express as px
import os
import psutil

# Carrega o arquivo CSV
@st.cache_data
def upload_file(caminho: str) -> pd.DataFrame:
    arquivo = pd.read_csv(caminho)
    return arquivo

# Função para exibir as informações do computador que gerou os dados
def show_computer_info() -> None:
    # Nome do dispositivo
    device_name = platform.node()

    # Processador
    processor = platform.processor()

    # Nome do Sistema
    name_system = platform.system()

    # Quantidade de RAM
    total_ram = round(psutil.virtual_memory().total / (1024.0 ** 3), 2) # Convertendo para GB e arredondando para 2
    casas decimais

    st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;*>Informações da Máquina Que Gerou os
Dados</h2*>", unsafe_allow_html=True)
    row1_col1, row1_col2, row1_col3, row1_col4 = st.columns(4)
    row2_col1, row2_col2, row2_col3, row2_col4 = st.columns(4)
    row1_col1.markdown("<h3 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;*>Nome do Dispositivo</h3*>",
unsafe_allow_html=True)
```

```

    row1_col2.markdown("<h3 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Processador do Dispositivo</h3>",
unsafe_allow_html=True)
    row1_col3.markdown("<h3 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Nome do Systema</h3>",
unsafe_allow_html=True)
    row1_col4.markdown("<h3 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>RAM Total</h3>", unsafe_allow_html=True)
    row2_col1.markdown(f"<h4 style='text-align: center; font-size: 20px; margin-bottom: 20px;'>{device_name}</h4>",
unsafe_allow_html=True)
    row2_col2.markdown(f"<h4 style='text-align: center; font-size: 20px; margin-bottom: 20px;'>{processor}</h4>",
unsafe_allow_html=True)
    row2_col3.markdown(f"<h4 style='text-align: center; font-size: 20px; margin-bottom: 20px;'>{name_system}</h4>",
unsafe_allow_html=True)
    row2_col4.markdown(f"<h4 style='text-align: center; font-size: 20px; margin-bottom: 20px;'>{total_ram}</h4>",
unsafe_allow_html=True)

    st.divider()

# Função para exibir a tabela
def show_table(data: pd.DataFrame) -> None:
    st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Tabela de Monitoramento de Recursos do
Sistema</h2>", unsafe_allow_html=True)
    st.dataframe(data, use_container_width=True)
    st.write(
        """
        Essa tabela representa o monitoramento do sistema ao longo do tempo, com dados coletados em intervalos
        regulares. Cada linha corresponde a uma leitura de dados em um determinado momento, mostrando o percentual de uso de
        CPU, RAM, CACHE e SWAP. Esses dados são essenciais para avaliar o desempenho e a utilização dos recursos do sistema,
        permitindo identificar possíveis problemas e otimizar o uso dos recursos disponíveis.
        """
    )
    st.divider()

# Função para exibir o percentual de cada métrica
def show_avg_of_metrics(data: pd.DataFrame) -> None:
    st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Média das Métricas Analisadas</h2>",
unsafe_allow_html=True)
    cpu_avg = data['cpu (%)'].mean()
    ram_avg = data['ram (%)'].mean()
    swap_avg = data['swap (%)'].mean()
    cache_avg = data['cache (%)'].mean()

```

```

# Exibindo a média das métricas
col1, col2, col3, col4 = st.columns(4)
col1.metric('RAM (%) AVG', round(ram_avg, 2))
col2.metric('SWAP (%) AVG', round.swap_avg, 2))
col3.metric('CACHE (%) AVG', round(cache_avg, 2))
col4.metric('CPU (%) AVG', round(cpu_avg, 2))

st.divider()

# Função para exibir os gráficos das métricas
def show_metrics_graph(data: pd.DataFrame) -> None:
    # Mostrando o gráfico
    st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Gráfico de Percentual dos Recursos do Sistema</h2>", unsafe_allow_html=True)
    # st.header("Tabela de Monitoramento de Recursos do Sistema")
    st.line_chart(data)
    st.write("Esse gráfico apresenta a variação do percentual (eixo y) das métricas CPU, RAM, SWAP e CACHE ao longo de um intervalo de tempo (eixo x).")
    st.divider()

    fig_cpu_by_index = px.area(
        data['cpu (%)'],
        title="<b>Percentual da CPU</b>".upper(),
        x=data['cpu (%)'].index,
        y="cpu (%)",
        orientation="v",
        color_discrete_sequence=["green"] * len(data['cpu (%)']),
    )

    fig_ram_by_index = px.area(
        data['ram (%)'],
        title="<b>Percentual da RAM</b>".upper(),
        x=data['ram (%)'].index,
        y="ram (%)",
        orientation="v",
        color_discrete_sequence=["turquoise"] * len(data['cpu (%)']),
    )

    fig_swap_by_index = px.area(
        data['swap (%)'],

```



```

        title="<b>Percentual da SWAP</b>".upper(),
        x=data['swap (%)'].index,
        y="swap (%)",
        orientation="v",
        color_discrete_sequence=["#FF4B4B"] * len(data['swap (%)']),
    )

fig_cache_by_index = px.area(
    data['cache (%)'],
    title="<b>Percentual da CACHE</b>".upper(),
    x=data['cache (%)'].index,
    y="cache (%)",
    orientation="v",
    color_discrete_sequence=["gray"] * len(data['cache (%)']),
)

# Definindo duas colunas para exibir os gráficos
row1_col1, row1_col2 = st.columns(2)
row2_col1, row2_col2 = st.columns(2)
row3_col1, row3_col2 = st.columns(2)
row4_col1, row4_col2 = st.columns(2)
row5_col1, row5_col2 = st.columns(2)
row6_col1, row6_col2 = st.columns(2)

row1_col1.plotly_chart(fig_cpu_by_index, use_container_width=True)
row2_col1.write("variação do percentual de cpu ao longo de um intervalo de tempo")
row1_col2.plotly_chart(fig_ram_by_index, use_container_width=True)
row2_col2.write("variação do percentual de memória ram ao longo de um intervalo de tempo") st.divider()
row3_col1.plotly_chart(fig_cache_by_index, use_container_width=True)
row4_col1.write("variação do percentual de memória cache ao longo de um intervalo de tempo")
row3_col2.plotly_chart(fig_swap_by_index, use_container_width=True)
row4_col2.write("variação do percentual de memória swap ao longo de um intervalo de tempo")

# Obtendo a correlação das métricas
correlacao_metrics = data.corr()

# fig = px.imshow(correlacao_metrics, title='Correlação entre CPU, RAM, SWAP e CACHE')
fig = px.imshow(correlacao_metrics)

```

```

st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Gráfico de Correlação entre CPU, RAM, SWAP e
CACHE</h2>", unsafe_allow_html=True)

st.plotly_chart(fig, use_container_width=True)
st.write("-1 -> significa que a medida que uma métrica aumenta, a outra diminui")
st.write(" 0 -> significa que não há correlação entre as métricas")
st.write(" 1 -> significa que a medida que uma métrica aumenta, a outra aumenta")
st.write(
    """
    Assim, valores que se aproximam do -1 indicam uma relação de correlação inversa. valores que se aproximam do
    1 indicam uma correlação direta e valores que se aproximam do 0 indicam uma baixa correlação.
    """
)
st.divider()

# Função para calcular a média dos arquivos carregados
def calculate_avg_metrics(lista_arquivos: list):
    dfs = [upload_file(arquivo) for arquivo in lista_arquivos]
    df_concatenado = pd.concat(dfs)
    media = df_concatenado.mean()
    return media

# Função para carregar o histograma com a média dos dados
def plotar_histograma_media(media, altura_graf: int) -> None:
    eixo_y = media.tolist()
    fig = px.bar(media, x=media.index, y=eixo_y, labels={'x': 'Media das métricas', 'y': 'Percentual'})
    fig.update_traces(marker_color='rgb(156,202,0)', marker_line_color='rgb(8,48,107)', marker_line_width=1.5,
opacity=0.6)
    fig.update_layout(yaxis=dict(range=[0, altura_graf]))
    fig.update_layout(xaxis_title="Media das métricas", yaxis_title="Percentual")

    st.markdown("<h2 style='text-align: center; margin-bottom: 20px;'>Gráfico da Média de Cada Recurso do
Sistema</h2>", unsafe_allow_html=True)
    st.plotly_chart(fig)
    st.divider()

def show_footer_page() -> None:
    st.markdown(f"""<footer style='text-align: center; color: green; font-size: 24px;'><b> ©
{datetime.datetime.now().year} </b></footer>""", unsafe_allow_html=True)

```

```

def main():
    # configurações da página
    st.set_page_config(
        layout="wide",
        page_title="Dashboard Análise de Desempenho",
        page_icon=":bar_chart:",
        initial_sidebar_state="collapsed"
    )

    # Título do aplicativo
    st.markdown("<h1 style='text-align: center; color: white;'>  &mdash; Análise de Desempenho das Máquinas (Campus IFPE-Paulista)</h1>", unsafe_allow_html=True)
    st.divider()

    try:
        #### Carregando os Dados ####
        arquivos = os.listdir(os.path.join(os.path.abspath('.'), '//PLT-260576/monitoramento-hardware/leituras'))
        arquivos_selecionados = st.sidebar.multiselect('Lista de arquivos para cálculo de média: ', arquivos)

        # Criando lista de arquivos com caminho completo
        list_arq = [os.path.join(os.path.join(os.path.abspath('.'), '//PLT-260576/monitoramento-hardware/leituras'),
arquivo) for arquivo in arquivos_selecionados]

        dfs = [upload_file(arquivo) for arquivo in list_arq]
        df_concat = pd.concat(dfs)
    except:
        st.error("Selecione pelo menos um arquivo")

    # Exibindo os Dados
    try:
        if len(df_concat) != 0:
            show_computer_info()

            show_table(df_concat)

            show_avg_of_metrics(df_concat)

```

```
        show_metrics_graph(df_concat)

        media = calculate_avg_metrics(list_arq)
        plotar_histograma_media(media, 100)
except:
    st.error("Não foi possível exibir o dashboard")

# Footer
show_footer_page()

if __name__ == "__main__":
    main()
```