



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

JANIELLY MANTOVANI CRAVO

**GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL
DE ENSINO SUPERIOR DE PERNAMBUCO**

**RECIFE - PE
AGOSTO/2023**

JANIELLY MANTOVANI CRAVO

**GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL
DE ENSINO SUPERIOR DE PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão do Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Controle e Remediação da Poluição.

Orientador: Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda;

Coorientador: Prof. Dr. Francisco das Chagas Filho.

**RECIFE - PE
AGOSTO/2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C898g Cravo, Janielly Mantovani
Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em uma instituição federal de ensino superior de Pernambuco /
Janielly Mantovani Cravo. - 2023.
176 f. : il.
- Orientador: Romildo Morant de Holanda.
Coorientador: Francisco das Chagas da Costa Filho.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental, Recife, 2023.
1. equipamento de informática. 2. gestão de resíduos. 3. REEE. 4. sustentabilidade. 5. universidade. I. Holanda,
Romildo Morant de, orient. II. Filho, Francisco das Chagas da Costa, coorient. III. Título

CDD 620.8

JANIELLY MANTOVANI CRAVO

GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM UMA
INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR DE PERNAMBUCO

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, na Área de Concentração de Tecnologia e Gestão do Meio Ambiente - Controle e Remediação da Poluição.

Aprovada em 24 de agosto de 2023.

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda
Presidente da Banca e Orientador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz
Instituto Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Soraya Giovanetti El-Deir
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre incentivou meus voos em busca dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu guia e fortaleza.

À minha família (capixaba e recifense) e ao meu amor, Lucas, pelo apoio incondicional, por sempre acreditarem em minha capacidade para alcançar meus objetivos e por compreenderem minhas ausências. Sem vocês, nada seria possível.

Aos amigos que não estão perto fisicamente, mas sempre me incentivaram e torceram por mim. Aos amigos de Recife, em especial àqueles do mestrado, que tornaram o caminho na pós-graduação mais leve, dividindo as angústias e alegrias.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental pela oportunidade e pelo suporte fornecido no desenvolvimento dessa pesquisa. A todos os professores que colaboraram com a minha formação ao longo do mestrado em engenharia ambiental.

Ao meu orientador, Dr. Romildo Morant de Holanda, pela confiança depositada em mim, pelo conhecimento compartilhado, apoio e incentivos. Ao meu coorientador Dr. Francisco das Chagas da Costa Filho pelo apoio, suporte, amizade e contribuições, essenciais para a concretização desse trabalho.

Aos amigos do CITAR e do CCETA, pelas trocas e apoio ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa.

A todos os servidores da UFRPE, que me receberam e contribuíram para o levantamento de dados da pesquisa.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que eu concretizasse mais essa etapa da minha vida, meu muito obrigada!

*Que a força de observar o que é certo
E a abstinência de práticas erradas e más ações
Alimente e aumente a prosperidade no mundo,
Que revigore os seres vivos e os ajude a florescer
Que a alegria silvestre e a felicidade imaculada
Aumentem, se espalhem e envolvam tudo o que existe.*

A Nossa Única Casa, de Franz Alt.

CRAVO, J. M. Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em uma Instituição Federal de Ensino Superior de Pernambuco. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.

RESUMO

O avanço tecnológico vem impulsionando um aumento significativo do consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEE), os quais, ao final da vida útil, são considerados resíduos perigosos, devido à presença de substâncias tóxicas em sua composição. Quando a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) é inadequada, estes apresentam grande risco à saúde e ao meio ambiente. Dessa forma, o gerenciamento adequado e eficiente dos REEE é fundamental para a redução dos impactos ambientais relacionados à geração desses resíduos. Dentre os grandes geradores de resíduos, destacam-se as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), cuja gestão de REEE é complexa, devido às regras e normativas sobre gestão de patrimônio. Assim, esta pesquisa objetivou realizar um diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no *campus* Dois Irmãos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com base nos processos de gestão patrimonial dos bens de informática (computadores, monitores de vídeo e notebooks). Para isso, a metodologia compreendeu uma pesquisa exploratória, a partir de estudo de caso, sendo dividida em seis etapas: pesquisa bibliográfica, identificação das práticas de gestão de REEE em instituições de ensino superior, caracterização da área de estudo, mapeamento das práticas de gestão de patrimônio, análise quantitativa dos bens de informática e levantamento das práticas de REEE. Para compreender a realidade da gestão dos REEE na UFRPE, foram investigados os instrumentos de gestão ambiental, aspectos relacionados à gestão do ciclo de vida dos EEE e as práticas de gerenciamento de REEE, com base no mapeamento dos processos de gestão patrimonial. A partir do levantamento quali-quantitativo dos bens de informática, utilizando dados do sistema de controle de patrimônio da instituição, foi identificado o quantitativo de itens adquiridos e a idade média dos equipamentos. No período de 2010 a 2020, foram adquiridos 9.780 bens de informática, 79,4% do total de equipamentos de processamento de dados do patrimônio da UFRPE. Do total de equipamentos de informática existentes, 13,3% encontravam-se no depósito de bens inservíveis, aguardando uma destinação final adequada. A média geral da idade dos equipamentos foi de 8,2 anos, 1,6 vezes acima da vida útil esperada de 5 anos, evidenciando o potencial de geração de REEE. Foi identificado que o gerenciamento encontra entrave na etapa de triagem, devido às limitações do processo de avaliação e

classificação para o desfazimento, influenciado pela baixa disponibilidade de equipe, pelo elevado quantitativo de bens e pela falta de infraestrutura adequada. Diante dessas limitações, a principal destinação dada aos bens inservíveis é o acúmulo no depósito. Os resultados evidenciaram que as práticas de gestão de REEE estão diretamente relacionadas à eficiência dos processos de gestão do patrimônio. Diante do exposto, é de suma importância que sejam adotadas estratégias que envolvam melhorias na infraestrutura para a realização das atividades de gestão patrimonial e gerenciamento dos REEE, assim como a criação de políticas institucionais que incentivem a conscientização ambiental e a implementação de práticas eficientes e sustentáveis, baseadas nos Princípios da Economia Circular, de forma que a instituição possa efetivar seu papel como promotora da sustentabilidade por meio de suas ações.

Palavras-chave: equipamento de informática, gestão de resíduos, REEE, sustentabilidade, universidade

CRAVO, J. M. Waste electrical and electronic equipment management in a Federal Institution of Higher Education of Pernambuco. 2023. Master Thesis (Master's Program in Environmental Engineering) – Federal Rural University of Pernambuco, Recife, 2023.

ABSTRACT

Technological advancement has been driving a significant increase in the consumption of electrical and electronic equipment (EEE), which, at the end of their useful life, are considered hazardous waste due to the presence of toxic substances in their composition. When the management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) is inadequate, it poses a great risk to health and the environment. Therefore, proper and efficient management of WEEE is essential for reducing the environmental impacts related to the generation of this waste. Among the large generators of waste are Federal Institutions of Higher Education (IFES), whose WEEE management is complex, due to the rules and regulations on asset management. This research aimed to conduct a diagnosis of the WEEE management practices at the Dois Irmãos campus of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), based on the asset management processes of IT goods (computers, video monitors and notebooks). For this, the methodology included an exploratory research, based on a case study, divided into six stages: bibliographic research, identification of WEEE management practices in higher education institutions, characterization of the study area, mapping of asset management practices, quantitative analysis of computer goods and investigation of the institution's WEEE practices. In order to understand the reality of WEEE management at UFRPE, environmental management instruments, aspects related to the management of the EEE life cycle and WEEE management practices were investigated, based on the mapping of asset management practices. Based on a qualitative and quantitative survey, the number of IT goods purchased and the average age of the equipment were identified, using data from the institution's asset control system. From 2010 to 2020, 9,780 IT goods were acquired, the equivalent to 79.4% of the total data processing equipment of UFRPE's assets. Of the total existing computer equipment, 13.3% were in the unusable goods warehouse, awaiting proper final disposal. The overall average age of the equipment was 8.2 years, 1.6 times above the expected useful life of 5 years, highlighting the potential for WEEE generation. It was identified that the management faces obstacles in the screening stage, due to limitations in the evaluation and classification process for disposal, influenced by low team availability, high quantity of goods and lack of adequate infrastructure. Given these limitations, the main destination given to unusable goods is accumulation in the warehouse. The results showed that WEEE management practices are directly related to the

efficiency of asset management processes. In view of the above, it is of the utmost importance that strategies be adopted involving improvements in infrastructure for carrying out asset management and WEEE management activities, as well as creating institutional policies that encourage environmental awareness and the implementing efficient and sustainable practices based on the principles of the circular economy, so that the institution could fulfill its role as a promoter of sustainability through its actions.

Keywords: computer equipment, sustainability, university, waste management, WEEE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de obsolescência	22
Figura 2 - Etapas do ciclo de vida dos EEE	24
Figura 3 - Classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em 6 categorias.....	24
Figura 4 - Logística direta e logística reversa de bens duráveis	29
Figura 5 - Processo de gestão patrimonial.....	45
Figura 6 - Etapas e procedimentos metodológicos	50
Figura 7 - Fluxograma da aplicação do método PRISMA	52
Figura 8 - Mapa do Campus Dois Irmãos, Recife, PE	55
Figura 9 - Localização do <i>campus</i> Dois Irmãos da UFRPE	55
Figura 10 - Zoneamento do <i>campus</i> Dois Irmãos da UFRPE	57
Figura 11 - Processo de tratamento de dados utilizando Power BI.....	61
Figura 12 - Publicações sobre gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior no período de 2009 a 2022.....	65
Figura 13 - Distribuição geográfica da produção científica sobre gestão de REEE em instituições de ensino superior.....	66
Figura 14 - Nuvem de palavras	70
Figura 15 - Organograma da Pró-Reitoria de Planejamento e Gestão Estratégica (PROPLAN)	87
Figura 16 - Organograma da Pró-Reitoria de Administração (PROAD)	88
Figura 17 - Organograma do Departamento de Logística e Serviços (DELOGS)	88
Figura 18 - Organograma do Departamento de Administração Geral (DAG)	89
Figura 19 - Organograma da Secretaria de Tecnologias Digitais (STD)	90
Figura 20 - Organograma do Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM).....	91
Figura 21 - Etapas da gestão patrimonial na UFRPE	95
Figura 22 - Controle patrimonial na UFRPE.....	95
Figura 23 - Modelos de plaquetas utilizadas na identificação dos bens permanentes da UFRPE	97
Figura 24 - Fluxograma dos processos de solicitação, aquisição, recebimento e tombamento dos bens de informática da UFRPE	98
Figura 25 - Processo de transferência de responsabilidade de bens na UFRPE.....	100
Figura 26 - Processo de solicitação de manutenção de bens de informática na UFRPE.....	101

Figura 27 - Visão geral de um chamado de manutenção de computadores na Central de Serviços Digitais da UFRPE	102
Figura 28 - Processo de recolhimento de bens de informática na UFRPE.....	103
Figura 29 - Processo de avaliação e classificação para desfazimento de bens de informática da UFRPE.....	105
Figura 30 - Subprocesso de avaliação dos equipamentos de informática	106
Figura 31 - Subprocesso de classificação de equipamento de informática ocioso	107
Figura 32 - Subprocesso de classificação de equipamento de informática recuperável.....	108
Figura 33 - Subprocesso de classificação de equipamentos de informática irrecuperáveis ou antieconômicos	109
Figura 34 - Visão geral dos bens do patrimônio da UFRPE por categoria contábil.....	110
Figura 35 - Visão geral dos equipamentos de processamento de dados da UFRPE por tipo .	111
Figura 36 - Quantitativo de bens de informática adquiridos pela UFRPE por ano	112
Figura 37 - Quantitativo de bens por classificação (em uso e inservível) e por categoria (bem de informática e outros).....	113
Figura 38 - Idade dos equipamentos de informática do patrimônio da UFRPE.....	114
Figura 39 - Visão geral de proposta de painel do Power BI de auxílio ao controle patrimonial	116
Figura 40 - Modelos de computadores encontrados nos laboratórios de informática da UFRPE	119
Figura 41 - Situação dos computadores dos laboratórios de informática da UFRPE	120
Figura 42 - Relação dos computadores conforme situação e ano de entrada na carga patrimonial	121
Figura 43 - Computador do ano de 2007, ainda em uso em um dos laboratórios de informática da UFRPE.....	122
Figura 44 - Quantidade de computadores por laboratório conforme situação	123
Figura 45 - Idade média dos computadores em uso nos laboratórios de informática da UFRPE	124
Figura 46 - Idade média dos computadores inservíveis (fora de uso) nos laboratórios de informática da UFRPE	124
Figura 47 - Distribuição dos computadores dos laboratórios por zona do campus Dois Irmãos	125
Figura 48 - Idade média dos computadores dos laboratórios da UFRPE por zona.....	126

Figura 49 - Bens de informática fora de uso acumulados em setor administrativo da UFRPE	129
Figura 50 - Etapas do gerenciamento de REEE da UFRPE	131
Figura 51 - Depósito de bens inservíveis do <i>campus</i> Dois Irmãos da UFRPE (2019).....	132
Figura 52 - Campanha de recolhimento de REEE realizada por startup da UFRPE, em 2020	135
Figura 53 – Campanha de coleta de REEE no evento Dia da Terra UFRPE, em 2023	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração de REEE em universidades do mundo.....	44
Tabela 2 - Distribuição da produção científica sobre gestão de REEE em IES por região geográfica	67
Tabela 3 - Distribuição por zona das estruturas existentes no <i>campus</i> Dois Irmãos.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em 4 linhas.....	25
Quadro 2 - Panorama das regulações sobre REEE no mundo.....	32
Quadro 3 - Dispositivos legais relacionados à gestão patrimonial de bens de informática.....	45
Quadro 4 - Classificação dos bens inservíveis	48
Quadro 5 - Tipos de destinações aplicáveis aos bens de informática inservíveis	49
Quadro 6 - Resumo dos símbolos BPMN - <i>Bizagi Modeler</i>	59
Quadro 7 - Relação de edifícios e laboratórios visitados de acordo com o zoneamento territorial da área de estudo.....	63
Quadro 8 - Classificação dos periódicos para Qualis 2017-2020 para as áreas Engenharias I e Ciências Ambientais e Fator de Impacto (JCR) 2022	68
Quadro 9 - Categorização de artigos de acordo com abordagem temática sobre REEE em IES	71
Quadro 10 - Práticas de gestão de REEE em IES internacionais	74
Quadro 11 - Práticas de gestão de REEE em IES brasileiras	78
Quadro 12 - Tipos de destinação de REEE adotados por IES e considerações.....	79
Quadro 13 – Desafios e barreiras para gestão de REEE em IES.....	81
Quadro 14 – Recomendações para melhoria da gestão de REEE em IES	83
Quadro 15 – Análise de potenciais setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE..	91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo Geral.....	20
2.2. Objetivos Específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3.1. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos	21
3.2. Responsabilidade Compartilhada, Logística Reversa e Economia Circular	27
3.3. Panorama regulatório relacionado à gestão de REEE	30
3.3.1. Contexto normativo internacional	30
3.3.2. Contexto normativo brasileiro	36
3.3.3. Contexto normativo de Pernambuco	38
3.4. Sustentabilidade na Administração Pública.....	38
3.5. Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos em Instituições Federais de Ensino Superior	43
4. METODOLOGIA.....	49
4.1. Pesquisa Bibliográfica	51
4.1.1. Pesquisa Exploratória	51
4.1.2. Revisão sistemática	51
4.2. Identificação das práticas de gestão de resíduos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior	53
4.3. Caracterização da área de estudo.....	54
4.3.1. Identificação da infraestrutura do <i>Campus Dois Irmãos</i>	56
4.3.2. Identificação dos setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE.....	58
4.4. Mapeamento das práticas de gestão de patrimônio da UFRPE	58
4.5. Análise quantitativa dos bens de informática do patrimônio da UFRPE	59

4.6. Levantamento das práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da UFRPE	62
4.6.1. Identificação de aspectos relativos à utilização dos bens de informática	62
4.6.2. Identificação das práticas de gestão de REEE.....	64
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1. Evolução da temática de gestão de REEE em Instituições de Ensino Superior no mundo	65
5.2. Práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em Instituições de Ensino Superior internacionais e nacionais	73
5.3. Caracterização da área de estudo.....	85
5.3.1. Infraestrutura do <i>Campus</i> Dois Irmãos da UFRPE	85
5.3.2. Setores da UFRPE relacionados à gestão de REEE	86
5.4. Práticas de gestão de patrimônio na UFRPE	94
5.5. Análise quantitativa dos bens de informática da UFRPE.....	110
5.6. Levantamento das práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na UFRPE	118
5.6.1. Identificação de aspectos relativos à utilização dos bens de informática ..	118
5.6.2. Práticas de gestão de REEE adotadas na UFRPE.....	127
6. CONCLUSÕES.....	137
SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	140
REFERÊNCIAS	141
APÊNDICE A	154
APÊNDICE B.....	169
APÊNDICE C	171
APÊNDICE D	173
APÊNDICE E.....	174
ANEXO.....	176

1. INTRODUÇÃO

O consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) cresce substancialmente a cada ano no mundo, chegando a um aumento de 2,5 milhões de toneladas por ano (Forti *et al.*, 2020). Esse fato está relacionado aos processos de industrialização, urbanização, desenvolvimento econômico e tecnológico, e à adoção de um estilo de vida relacionado ao consumo de tecnologias (Forti *et al.*, 2020; Rautela *et al.*, 2021).

O aumento do consumo de EEE, atrelado aos curtos ciclos de vida e também às poucas opções de reparo, resulta em altas taxas de descarte desses equipamentos (cerca de 2 milhões de toneladas por ano), que, ao serem descartados, recebem o nome de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) (Forti *et al.*, 2020). Esses resíduos contêm em sua composição substâncias perigosas (ex.: metais pesados, poluentes orgânicos persistentes), substâncias valiosas (ex.: ouro, prata) e materiais recicláveis (ex.: alumínio, plástico), o que torna seu gerenciamento complexo (ABDI, 2013; Baldé *et al.*, 2017; Forti *et al.*, 2020; Rautela *et al.*, 2021).

De todo o resíduo eletroeletrônico gerado no mundo, apenas 17,4% é coletado e reciclado de forma adequada (Forti *et al.*, 2020). Esse dado é alarmante, uma vez que a disposição e o tratamento inadequados dos REEE, que são considerados resíduos perigosos, podem causar danos à saúde e ao meio ambiente (ABDI, 2013; Wu *et al.*, 2015; Forti *et al.*, 2020; Rautela *et al.*, 2021).

O gerenciamento adequado e eficiente dos REEE é fundamental para a redução dos impactos relacionados à geração desses resíduos. Dessa forma, é importante considerar, por exemplo, a adoção da logística reversa como ferramenta para a efetivação de uma Economia Circular (Xavier *et al.*, 2019), a qual, a partir de um ciclo fechado, visa o aproveitamento máximo dos materiais e recursos, minimizando a geração de resíduos (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017).

Por meio da logística reversa, os REEE são vistos como produtos pós-consumo com grande potencial de reinserção na cadeia de produção e consumo, formando-se um ciclo fechado em contraposição ao modelo econômico linear (produção-consumo-descarte) (Xavier *et al.*, 2019).

Diante do desafio da transição de uma Economia Linear para uma Circular, que exige tanto mudanças no sistema produtivo como no comportamento dos consumidores de produtos

eletroeletrônicos (Xavier *et al.*, 2019), a regulação, a normatização e a fiscalização da gestão de REEE são essenciais para o alcance de uma gestão mais sustentável.

Dentro do contexto normativo brasileiro, destacam-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e o Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, como importantes instrumentos de gestão dos REEE. A PNRS estabelece uma gestão compartilhada e a obrigatoriedade da estruturação e implementação de sistemas de logística reversa por parte dos diferentes agentes da cadeia de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (Brasil, 2010b). Já o Decreto, regulamenta a implementação de um sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, regulando as ações e responsabilidades dos diferentes agentes (Brasil, 2020a).

De acordo com o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo ciclo de vida do produto, estabelecido pela PNRS, todos os agentes envolvidos na cadeia de geração de resíduos (do fabricante ao consumidor final) possuem uma função essencial para a redução dos impactos e alcance de uma gestão integrada e sustentável dos resíduos (Brasil, 2010b).

A responsabilidade da Administração Pública é ampla, uma vez que possui papel de protagonista, sendo capaz de induzir mudanças de iniciativas tanto interna, como externamente (Brasil, 2009). Ainda, a PNRS estabelece que o setor público deve priorizar a sustentabilidade em suas aquisições e contratações, optando por produtos reciclados e recicláveis, além de bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo sustentáveis (Brasil, 2010b). Dessa forma, o setor público tem um papel muito importante dentro da gestão sustentável, devendo ser exemplo de responsabilidade socioambiental em suas práticas (Brasil, 2009).

A Administração Pública é considerada um grande consumidor de recursos e, conseqüentemente, grande gerador de resíduos (Brasil, 2013), sendo os resíduos eletroeletrônicos um dos principais tipos de resíduos gerados (Brasil, 2009), devido à grande demanda por equipamentos eletrônicos, como os de processamento de dados, para o desenvolvimento das atividades.

Dentre as instituições integrantes do setor público, destacam-se as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), que são entidades da administração pública e, como tal, devem cumprir com todos os princípios e leis que regem o setor. De acordo com o Censo da Educação Superior de 2021, as IFES correspondem a 38% das instituições públicas de ensino superior no Brasil, estando distribuídas por todo o território nacional, ofertando mais de 6800 cursos de graduação (Brasil, 2023a).

Esses dados evidenciam a influência dessas instituições no desenvolvimento do país, como formadoras de cidadãos e impulsionadoras de mudanças. Assim, estando inseridas nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, o papel das IFES é muito maior do que apenas o cumprimento de normativos, devendo atuar como um modelo para a sociedade, incentivando a conscientização socioambiental por meio da priorização da sustentabilidade em suas próprias ações (Sadalla, 2019).

As IFES são como cidades, com todas as demandas e problemas de funcionamento, envolvendo saneamento básico, energia, gestão de resíduos, limpeza e outras atividades complexas (Zhang *et al.*, 2011; Sadalla, 2019). Logo, podem ser consideradas grandes consumidoras de recursos e grandes geradoras de resíduos sólidos, com destaque para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, principalmente os que são provenientes de equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), como computadores do tipo desktop e notebooks, demandados para a execução das atividades da instituição (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Dayaday; Galletto, 2022).

A gestão de resíduos nas IFES, especificamente dos REEE, é complexa. Como bens públicos permanentes, desde a aquisição dos equipamentos eletroeletrônicos, até a destinação final, deve-se seguir um amplo arcabouço de leis e procedimentos específicos relacionados à gestão de patrimônio. Além disso, por serem considerados resíduos perigosos, com composição diversa, a correta gestão dos REEE pode ser um grande desafio.

Diante desse contexto, a partir do estudo de caso realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a pesquisa centrou-se na investigação da influência das práticas de gestão de patrimônio em Instituições Federais de Ensino Superior sobre a eficiência da gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos oriundos dos bens de informática.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no *campus* Dois Irmãos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com base nos processos de gestão patrimonial dos bens de informática (computadores, monitores de vídeo e notebooks).

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos adotadas por instituições de ensino superior (IES) nacionais e internacionais, assim como os principais desafios enfrentados e intervenções necessárias para uma gestão sustentável;
- Mapear os processos de gestão patrimonial dos bens de informática da UFRPE, incluindo o levantamento dos principais gargalos e pontos de melhoria que podem apresentar influência sobre as práticas de gestão de REEE da instituição;
- Analisar quantitativamente os bens de informática do patrimônio da UFRPE, com foco na identificação do total de itens adquiridos no período de 10 anos e da idade média dos bens;
- Realizar o levantamento das práticas de gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos adotadas pela UFRPE, considerando a perspectiva do ciclo de vida dos bens de informática na instituição.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo consiste em uma revisão bibliográfica, com a finalidade de apresentar uma base teórica para a compreensão da problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições públicas. Para isso, são apresentadas informações sobre as seguintes temáticas: REEE, economia circular, logística reversa, arcabouço legal relacionado aos resíduos eletroeletrônicos, sustentabilidade na administração pública e gestão de REEE em instituições de ensino superior.

3.1. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

O aumento do consumo de equipamentos eletroeletrônicos está relacionado ao avanço tecnológico e aos atuais padrões de consumo, proporcionados pela evolução industrial e pelo desenvolvimento econômico (Maphosa, 2021a; Rautela *et al.*, 2021). Como consequência, tem-se a grande geração de resíduos, que é impulsionada pelo crescimento populacional, principalmente das áreas urbanas (Forti *et al.*, 2020), e pela alta velocidade de substituição desses produtos atrelada à obsolescência (Ohajinwa *et al.*, 2018).

De acordo com o relatório *The Global E-waste Monitor 2020* (Forti *et al.*, 2020), em 2019, foram gerados no mundo aproximadamente 53,6 milhões de toneladas de REEE, das quais apenas 17,4% seguiram para a reciclagem. Com um aumento anual de cerca de 2 milhões de toneladas, a projeção é que em 2030 sejam gerados cerca de 74,7 milhões de toneladas de REEE (Forti *et al.*, 2020), chegando a 111 milhões de toneladas até 2050 (Parajuly *et al.*, 2019).

Com relação à contribuição dos países no montante de resíduos eletroeletrônicos gerado no mundo, a China destaca-se como o maior produtor de REEE (10,129 Mt), seguida pelos Estados Unidos (6,918 Mt), Índia (3,230 Mt), Japão (2,569 Mt) e Brasil, em quinto lugar, com uma geração de aproximadamente 2,143 milhões de toneladas, sendo classificado como o maior produtor desses resíduos da América Latina (Forti *et al.*, 2020).

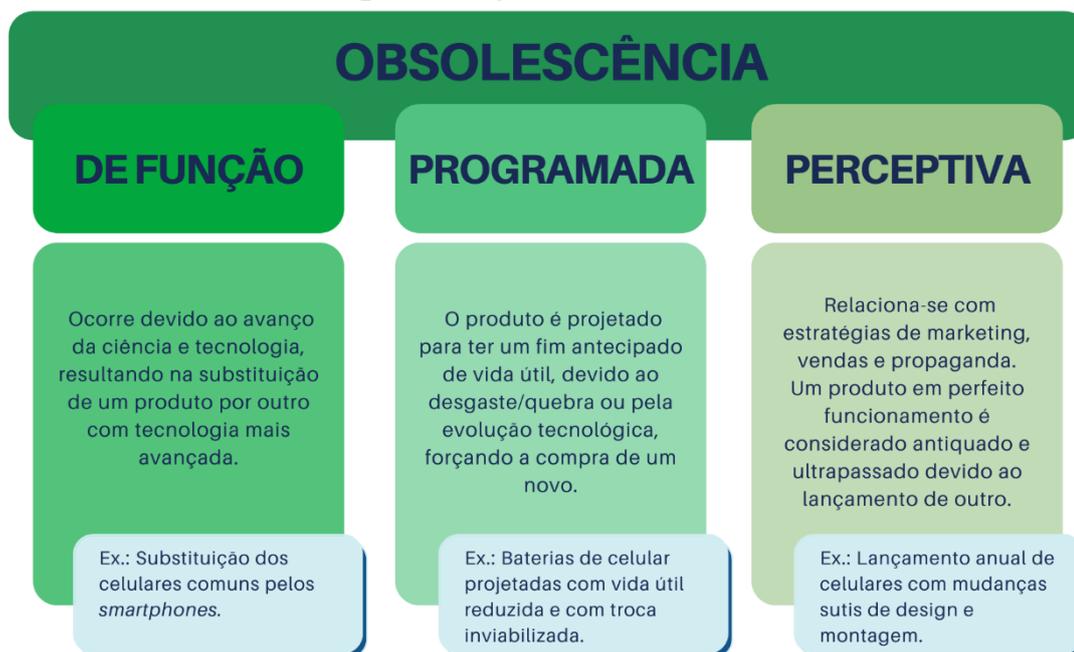
A Diretiva Europeia 2012/19/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, define equipamento eletroeletrônico (EEE) como aqueles “dependentes de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para funcionarem corretamente” (UE, 2012, art. 3º, 1, a). Após o fim de sua vida útil, quando são descartados pelos usuários devido à obsolescência, esses equipamentos são classificados como resíduos eletroeletrônicos (Baldé *et al.*, 2017; Maphosa, 2021a).

A vida útil de um produto pode ser definida como o período que inicia quando o produto, após fabricação, é liberado para uso, e termina no momento em que se torna obsoleto e não pode ser recuperado (no que diz respeito às possibilidades de reversão da obsolescência e de

início de novo ciclo de uso) (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017). Partindo dessa concepção, idealmente, o fim da vida útil de um produto eletroeletrônico se daria quando se esgotassem todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso (ABDI, 2013). No entanto, principalmente com relação aos equipamentos eletroeletrônicos, essa não é a realidade observada, uma vez que são rapidamente descartados, apresentando ciclos de vida cada vez mais curtos (Parajuly *et al.*, 2019).

Rossini e Napolini (2017) defendem que esse fato está relacionado com a “estratégia do desperdício” imposta pelo sistema econômico capitalista, a qual é baseada nos conceitos de obsolescência programada e perceptiva. Obsolescência, de acordo com o dicionário *Oxford Languages*¹, consiste no “processo de tornar-se obsoleto”, na “diminuição da vida útil e do valor de um bem, devido não a desgaste causado pelo uso, mas ao progresso técnico ou ao surgimento de produtos novos”. Rossini e Napolini (2017) apresentam três tipos de obsolescência (Figura 1), definidas por Vance Packard (1965): (1) de função, ou técnica, ou funcional; (2) de qualidade, ou programada, ou planejada; e (3) de desejabilidade, ou percebida, ou perceptiva.

Figura 1 - Tipos de obsolescência



Fonte: Elaborado pela autora com base em Rossini; Napolini (2017).

A obsolescência de função é esperada com o desenvolvimento tecnológico, enquanto a programada e a perceptiva são consideradas estratégias para impulsionar uma economia

¹ Dicionário padrão da busca do *Google*. Busca realizada em: 13 dez. 2021.

baseada no consumo exacerbado, trazendo como consequência o aumento da geração de resíduos (Rossini; Napolini, 2017).

No contexto produtivo, de acordo com o Relatório do Parlamento Europeu sobre a Implementação da Diretiva sobre Ecodesign (2009/125/CE) (UE, 2009), as decisões tomadas na fase de design do produto contribuem com cerca de 80% da poluição e 90% dos custos de produção (PE, 2018). Os EEE estão inseridos nesta realidade, uma vez que a maioria não é projetada para a reciclagem ou para a inserção numa cadeia circular (Raudaskoski *et al.*, 2019). Dessa forma, torna-se essencial incluir princípios de design circular como estratégia contra a obsolescência e para impulsionar o alcance de uma Economia Circular, por meio da manutenção do valor dos produtos e materiais na cadeia de produção e consumo (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017).

Enquanto o design baseado no pensamento da Economia Linear foca apenas nas fases de fabricação e uso, a partir da escolha de materiais ideais, eficiência energética, funcionalidade e estética, o design circular foca em todo o ciclo de vida do produto, desde a escolha de materiais, fabricação, logística, modelo de negócio, uso, até os estágios finais de vida, a fim de permitir que o produto ou material circule infinitamente, sem causar poluição e desperdícios (Raudaskoski *et al.*, 2019).

Assim, o design circular de um produto inclui os conceitos de “design para integridade do produto” e “design para reciclagem”. O primeiro objetiva prevenir e reverter a obsolescência no nível do produto e seus componentes, por meio do design focado na preservação e prolongamento da vida útil, a partir do aumento da durabilidade física e emocional, das possibilidades de manutenção e atualização do produto, e também de recontextualização, reparo, reforma e remanufatura. O segundo objetiva prevenir e reverter a obsolescência no nível do material, de forma a permitir que a reciclagem seja eficiente e efetiva para garantir a reintrodução do material no sistema econômico (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017).

Devido à diversidade de tipologias de EEE existentes, com diferentes materiais, tecnologias e componentes empregados, a aplicação do design circular pode direcionar a correta gestão do equipamento em todo seu ciclo de vida (Figura 2), aumentando a vida útil e facilitando o tratamento e a recuperação de valor dos materiais para retorno ao processo produtivo (Xavier *et al.*, 2020).

Figura 2 - Etapas do ciclo de vida dos EEE



Fonte: Xavier *et al.* (2020).

A correta classificação dos equipamentos também se faz importante para uma gestão adequada. De acordo com Forti, Baldé e Kuehr (2018), para fins estatísticos, os EEE são classificados a partir de semelhanças de função, de composição material, de peso médio e de atributos de fim de vida. Os mesmos autores apresentam uma classificação em 6 categorias (Figura 3) semelhante à adotada pela Diretiva Europeia 2012/19/EU (UE, 2012).

Figura 3 - Classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em 6 categorias



Fonte: Elaborado pela autora com base em UE (2012) e Forti *et al.* (2020).

No Brasil, a indústria de eletroeletrônicos adota a classificação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2013), que distingue as tipologias de EEE em 4 linhas: verde, marrom, branca e azul (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em 4 linhas

Linha	Exemplos de equipamentos	Vida útil	Porte	Composição
Verde	Desktops, notebooks, impressoras, aparelhos celulares	Curta (~2 a 5 anos)	Pequeno (~0,09kg a 30 kg)	Grande diversidade de componentes; Composto principalmente por metais e plástico.
Marrom	Televisor tubo/monitor, Televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, produtos de áudio	Média (~5 a 13 anos)	Médio (~1kg a 35kg)	Compostos principalmente por plástico e vidro.
Branca	Geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar condicionado	Longa (~10 a 15 anos)	Grande (~30kg a 70kg)	Menor diversidade de componentes; Compostos principalmente por metais.
Azul	Batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras	Longa (~10 a 12 anos)	Pequeno (~0,5kg a 5kg)	Compostos principalmente por plástico.

Fonte: Elaborado pela autora com base em ABDI (2013).

A classificação em 4 linhas, apresentada pela ABDI, também considera como critérios as semelhanças com relação a porte (peso médio), composição material e vida útil, assim como na classificação adotada por Forti *et al.* (2020) e pela Diretiva Europeia 2012/19/EU (UE, 2012).

A linha verde é composta por equipamentos de pequeno porte e de uso individual, como computadores (desktops e notebooks), impressoras e aparelhos celulares. Segundo a ABDI (2013), esses são os EEE mais consumidos por pessoas físicas e, conseqüentemente, os resíduos de equipamentos mais descartados, devido à sua curta vida útil. Além disso, cerca de 30% dos computadores desktop e laptops são comercializados no mercado irregular/ilegal (ABDI, 2013), o que dificulta o controle do ciclo de vida desses equipamentos, e conseqüentemente a destinação quando do final de sua vida útil.

Um fator que influencia a gestão dos REEE é a composição complexa, que inclui plástico, vidro e diversos metais, incluindo materiais valiosos como ouro (Au), prata (Ag) e cobre (Cu), substâncias perigosas, como o mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), produtos químicos como os clorofluorcarbonos (CFC), hidroclorofluorcarbonos (HCFC) e retardantes de

chamas bromados (Baldé *et al.*, 2017). Em particular, os metais pesados apresentam grande risco de contaminação do solo e da água, uma vez que possuem características de toxicidade, mobilidade e não-biodegradabilidade (Wu *et al.*, 2015).

Os tubos de raio catódicos (CRT), componentes de monitores de computadores e televisores do tipo tubo, por exemplo, apresentam em sua composição metais pesados como o mercúrio (Hg), o chumbo (Pb), o alumínio (Al) e o cádmio (Cd). Capacitores e plásticos são compostos por substâncias como os Bifenilos Policlorados (PCB), Bifenilos Polibromados (PBB), dioxinas e furanos, que são classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPS), considerados tóxicos. Já as Placas de Circuito Impresso (PCI) contêm metais preciosos como o ouro (Au), prata (Ag), paládio (Pd) e platina (Pt) (Xavier; Ottoni, 2019).

A reciclagem dos REEE permite a reinserção de diversos materiais na cadeia produtiva, reduzindo a demanda de extração de novas matérias-primas e os impactos relacionados. No entanto, os processos de reciclagem dos REEE, que podem ocorrer tanto de maneira formal como informal, apresentam riscos ambientais específicos, devido à periculosidade desses resíduos, demandando cuidados e medidas de controle e prevenção (ABDI, 2013).

Quando a reciclagem dos REEE é realizada de forma inadequada (comumente a reciclagem informal), pode causar danos à saúde e ao meio ambiente. Dentre os processos primitivos utilizados na reciclagem informal de REEE para extração de metais preciosos, destacam-se o desmanche manual, a lixiviação por ácidos fortes e a queima dos componentes a céu aberto (Luo *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2015; Rautela *et al.*, 2021). A incineração de plásticos com PBB em sua composição, por exemplo, quando feita de forma inadequada, acarreta a emissão de dioxinas e furanos, substâncias extremamente tóxicas ao meio ambiente e à saúde humana (Forti *et al.*, 2020).

Por outro lado, quando feita de forma autorizada e controlada, seguindo diretrizes e normas estabelecidas, a reciclagem de REEE apresenta menor risco de contaminação ambiental. De forma geral, a reciclagem formal é composta pelas etapas de coleta, triagem, processamento e disposição final, destacando-se a separação mecânica e processos metalúrgicos entre as técnicas de processamento (Rautela *et al.*, 2021). Após coletado, o REEE segue para locais especializados no tratamento, onde recuperam-se os materiais com valor de mercado e controlam-se a emissão de substâncias perigosas, de forma ambientalmente adequada (Forti *et al.*, 2020).

Dessa forma, o gerenciamento adequado dos REEE é fundamental para a redução dos impactos ambientais relacionados à disposição desses resíduos, além de ser essencial para o estabelecimento de uma Economia Circular, aliada à logística reversa, em que os REEE devem

ser vistos como produtos pós-consumo com grande potencial de reinserção na cadeia de produção e consumo.

3.2. Responsabilidade Compartilhada, Logística Reversa e Economia Circular

Para lidar com a problemática da geração crescente de resíduos e respectivas consequências ambientais, sociais e econômicas, ao final da década de 1980, países integrantes da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), dentre os quais os que compõem a União Europeia, passaram a adotar o Princípio da Responsabilidade Estendida do Produtor (do inglês, *Extended Producer Responsibility – EPR*) para a gestão dos produtos no fim da vida útil. De acordo com esse princípio, a responsabilidade sobre o produto pós-consumo é passada para o produtor/fabricante, a fim de incentivar a alteração do design dos produtos e embalagens, de forma a reduzir a geração de resíduos e impulsionar a reciclagem (OECD, 2001). Leclerc e Badami (2022) avaliam que esse princípio está focado principalmente na recuperação de materiais para a cadeia produtiva, mas não garante a redução do consumo ou o aumento da vida útil dos equipamentos.

Já no Brasil, foi instituída a Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos como um dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305 de 2010 (Brasil, 2010b). O ciclo de vida do produto pode ser definido como uma “série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final” (Brasil, 2010b, cap. II, art. 3º, inc. IV).

O Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos aplica-se, na medida da responsabilidade de cada agente envolvido, a todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que sejam responsáveis, direta ou indiretamente, no desempenho de suas atividades (fabricação, importação, distribuição, comércio, consumo, tratamento e destinação final), pela geração de resíduos ou que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (Brasil, 2010b; Mendes, 2015). Dessa forma, pode-se dizer que o desenvolvimento de um produto, desde a sua concepção até o fim de sua vida útil e destinação final, gera responsabilidades a todos os agentes envolvidos na cadeia de produção e consumo.

Ressalta-se, portanto, a importância da responsabilidade compartilhada na solução da problemática da geração de resíduos e redução dos impactos relacionados, buscando a ressignificação da produção e consumo, em alinhamento com o conceito de Economia Circular, que trata de um sistema econômico industrial regenerativo (Ellen Macarthur Foudation, 2013),

ou seja, em que os valores dos materiais e produtos são preservados, a partir da circulação pelo maior tempo possível no sistema econômico, seja pelo aumento da vida útil, pelo reuso ou pela reintrodução no sistema produtivo por meio da reciclagem (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017).

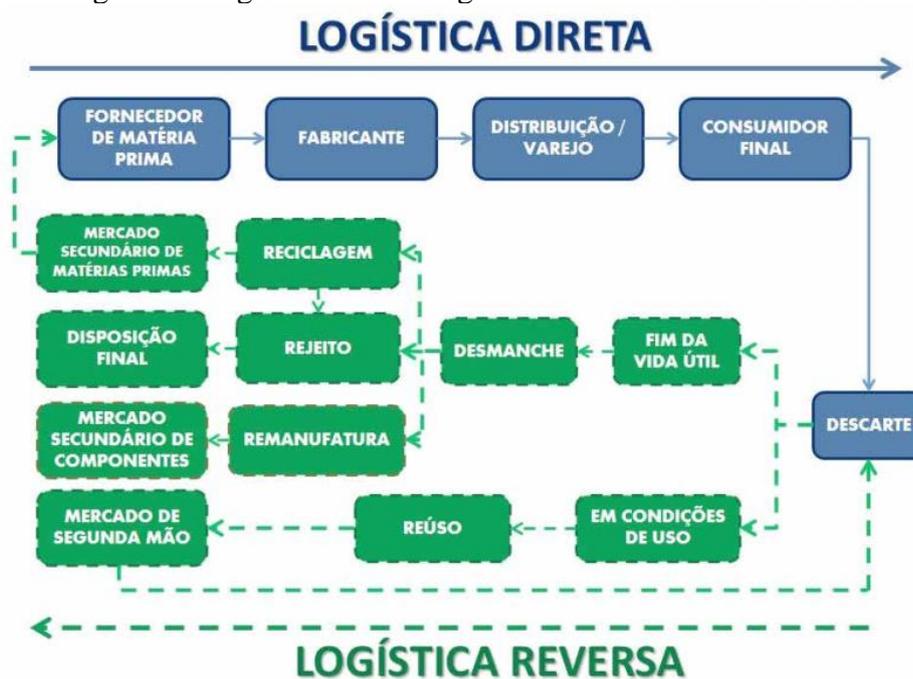
No modelo econômico linear, os custos e os impactos ao meio ambiente e à saúde não são considerados, uma vez que os recursos são tratados como descartáveis e inesgotáveis (Xavier *et al.*, 2019). Já na Economia Circular, a partir de um ciclo fechado, parte-se da premissa da não geração de resíduos, devido ao máximo aproveitamento dos recursos (Den Hollander; Bakker; Hultink, 2017), alinhando-se, assim, aos princípios da sustentabilidade (Xavier *et al.*, 2019).

De acordo com Relatório publicado pelo Fórum Econômico Mundial (FEM, 2019), em suporte à Coalisão do Lixo Eletrônico das Nações Unidas, a adoção de uma Economia Circular eficiente no contexto dos produtos eletroeletrônicos deve considerar aspectos como: (i) design do produto com foco na durabilidade, reuso e reciclagem segura; (ii) reintegração de sucatas metálicas originadas dos processos de manufatura em novos componentes; (iii) viabilização de reparos para extensão da vida útil (segunda vida) dos equipamentos e maior durabilidade; (iv) maximização da coleta de produtos pós-consumo a partir de sistemas eficientes de logística reversa; (v) incentivos para adoção de práticas avançadas de reciclagem e recuperação de materiais (mineração urbana).

Alinhada a esses aspectos, para a aplicação da responsabilidade compartilhada, a PNRS prevê ferramentas como a coleta seletiva, a reciclagem e a logística reversa, as quais posicionam os resíduos como produtos pós-consumo com grande potencial de reinserção na cadeia de produção e consumo. A aplicação dessas ferramentas visa a redução do volume de resíduos gerados e a minimização dos impactos relacionados à extração de matérias-primas e à disposição incorreta dos resíduos. Consequentemente, aumentando a vida útil dos aterros sanitários, gerando emprego e renda, além de colaborar com a preservação ambiental.

Uma vez que a logística reversa é considerada um instrumento para a promoção da Economia Circular (Xavier *et al.*, 2019), é importante diferenciá-la da logística direta (Figura 4).

Figura 4 - Logística direta e logística reversa de bens duráveis



Fonte: Sant'anna; Machado; Brito (2015).

Enquanto a logística direta está focada no planejamento, operação e controle da distribuição de produtos num fluxo linear, desde o fornecimento da matéria-prima até a disposição final, a logística reversa apresenta um fluxo circular, incluindo o retorno dos produtos ao processo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando valor ao produto (Sant'anna; Machado; Brito, 2015; Pires; Stadler, 2020). Ainda, a logística reversa aplica-se no pós-consumo, ou seja, a partir do momento em que o produto é descartado pelo consumidor, esteja esse funcionando ou não, tendo passado por segunda vida útil (reuso) ou não (ABDI, 2013).

Dentro dessa temática, enquadram-se os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, os quais devem ser geridos de forma compartilhada, sendo obrigatória a estruturação e implantação de sistemas de logística reversa, responsabilizando todos os envolvidos no ciclo de vida dos EEE (Brasil, 2010b).

A partir da logística reversa, é possível reinserir no sistema produtivo materiais recicláveis que compõem um produto eletroeletrônico obsoleto, agregando valor a esse material (ABDI, 2013). Para isso, faz-se necessário analisar todo o ciclo de vida para que seja possível reinserir produtos, subprodutos e materiais secundários numa cadeia fechada, em contraposição ao modelo linear (produção-consumo-descarte) (Xavier *et al.* 2019).

No entanto, a transição de um modelo linear para uma Economia Circular é um processo que demanda mudanças sistêmicas, incluindo alterações nos processos produtivos e também no

comportamento dos consumidores (Xavier *et al.*, 2019). Assim, para que essa transição ocorra de forma a favorecer todos os envolvidos na cadeia dos EEE, faz-se necessária a tomada de ações conjuntas e colaborativas, por meio do compartilhamento de ideias, elaboração de novas políticas e novas formas de negócio (FEM, 2019), sendo essencial a participação ativa de empresas e governos nesse processo (Parajuly *et al.*, 2019).

3.3. Panorama regulatório relacionado à gestão de REEE

A fim de embasar as discussões sobre as práticas de gestão de REEE considerando o contexto normativo, esta seção apresenta um panorama geral das regulações sobre o tema nos âmbitos internacional, nacional e local.

3.3.1. Contexto normativo internacional

Os REEE receberam destaque no âmbito das regulações internacionais a partir da Convenção da Basileia sobre Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito (CB, 1989), adotada em 1989, na Suíça, e ratificada em 1992. Essa Convenção foi resultado da pressão internacional sobre a problemática da importação e trânsito irregulares de resíduos perigosos e consequentes riscos à saúde e ao meio ambiente, principalmente para países em desenvolvimento (BRS MEAS, 2021).

Os componentes perigosos dos REEE foram adicionados na lista abrangida pela Convenção, especificamente, no Anexo VIII (Forti; Baldé; Kuehr, 2018), incluindo-se os equipamentos eletroeletrônicos que contém acumuladores e baterias compostos por metais pesados, e vidros de tubos de raios catódicos, por exemplo.

Em 2002, a União Europeia publicou sua primeira legislação voltada para a gestão de REEE, a *WEEE Directive* (2002/96/EC), que foi substituída em 2012 pela Diretiva (2012/19/UE), que trata dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, trazendo definições, diretrizes e orientações para a gestão adequada desses resíduos, estabelecendo medidas de proteção à saúde e ao meio ambiente, por meio da prevenção e redução dos impactos relacionados à geração de REEE (UE, 2012).

Além disso, para lidar com a problemática dos REEE, a União Europeia introduziu, em 2003, a Diretiva RoHS (2002/95/EC) (Restrição de Substâncias Perigosas, em português), substituída em 2011 pela Diretiva RoHS (2011/65/UE) (UE, 2011), que trata das regras para restrição do uso de determinadas substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos, de

forma a contribuir para a proteção da saúde humana e do meio ambiente, a partir da gestão adequada dos REEE (UE, 2011).

Ainda no contexto da União Europeia, Parajuly *et al.* (2019) destacam a Iniciativa Recursos-Eficientes, em 2011, e a adoção do Plano de Ação para a Economia Circular, em 2015. Os autores ressaltam também como marco regulatório relacionado à questão dos REEE, o lançamento da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) para o Desenvolvimento Sustentável, na qual foi estabelecido um objetivo voltado à garantia do consumo e produção sustentáveis (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 12), incluindo metas para a redução da poluição química e da geração de resíduos, assim como para incentivar o aumento da reutilização e reciclagem de materiais.

Na América do Sul, destaca-se a celebração, em 2001, do Acordo-Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul (AQMAM) (Mercosul, 2001) como o marco legal da região no que tange à tutela ambiental, apresentando caráter preponderantemente propositivo (De Campos, 2019). O Acordo estabelece a cooperação entre os países membros por meio, por exemplo, da adoção de políticas comuns voltadas à proteção ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável, da apresentação de manifestações conjuntas e do intercâmbio de informações no que tange à temática ambiental (Mercosul, 2001).

Os países membros do Mercosul são signatários das convenções da Basileia, Estocolmo e Roterdã, sendo obrigados a assegurar a correta gestão dos resíduos e das substâncias e produtos químicos perigosos. Destaca-se a existência do Plano de Ação Mercosul para a Gestão das Substâncias Perigosas e Produtos Químicos Perigosos, elaborado pelo Subgrupo de Trabalho nº6 (SBG 6), que trata de temas como a Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) e sítios contaminados. No entanto, o bloco não apresenta regulações de natureza jurídica vinculativa específicas para a temática de REEE, mas adotam diretrizes técnicas elaboradas por grupos de trabalho de especialistas que tratam sobre temas como a classificação de desperdícios e características de periculosidade dos resíduos (Mercosul, 2023).

Quando se analisa o avanço das legislações sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos ao longo do tempo nos diversos países do mundo (Quadro 2), nota-se que as regulações sobre o tema apresentam diferentes estágios. A Europa destaca-se como o continente com a regulamentação mais avançada, devido, por exemplo, à existência da Diretiva Europeia 19/2012 (UE, 2012) e às características de desenvolvimento do continente. Na América Latina, países como o Brasil, Colômbia e Peru apresentam regulações específicas, possuindo uns dos sistemas de gestão de REEE mais avançados do continente. Já a maioria dos países africanos,

com exceção de alguns exemplos positivos como Gana e Nigéria, não apresentam legislação específica sobre o tema, com diversos problemas relacionados à gestão inadequada de REEE.

Quadro 2 - Panorama das regulações sobre REEE no mundo

Continentes	País/Região	Aspectos positivos	Aspectos negativos
África	Gana	Diretrizes Técnicas sobre Gestão Ambientalmente Segura de Resíduos Eletrônicos para coletores, centros de coleta, transportadores, instalações de tratamento e disposição final em aplicação.	A maioria dos países africanos não possui legislação específica sobre gestão de lixo eletrônico. De maneira geral, os principais problemas comuns às várias sub-regiões africanas são: falta de consciência pública adequada; falta de política e legislação governamental; falta de um sistema de coleta eficaz; predominância do setor informal de reciclagem, que polui o meio ambiente; falta de instalações adequadas de reciclagem; baixo financiamento das atividades de gestão de resíduos perigosos.
	Nigéria	Fundação, em 2018, da Organização de Responsabilidade do produtor de lixo eletrônico da Nigéria (EPRON) - formada por produtores de eletrônicos.	
	Ruanda	Adoção de regulamentação de lixo eletrônico.	
	Uganda	Implementação, em 2012, da Política de Gerenciamento de Resíduos Eletroeletrônicos.	
	Tanzânia, Ruanda, Uganda, Burundi, Quênia e Sudão do Sul	Adoção de modelo regional de estratégia de gestão sustentável de lixo eletrônico (EACO 2017).	
América	EUA	25 estados e o Distrito de Columbia apresentam legislação sobre o tema (75 a 80% da população dos EUA).	Não apresenta legislação nacional sobre a gestão de lixo eletrônico. Muitas áreas do país não possuem formas de coleta de REEE adequadas.
	Canadá	12 províncias e territórios apresentam regulamentações sobre REEE	Não possui legislação nacional em vigor sobre gestão de REEE
	Brasil	Acordo Setorial para Implementação do Sistema de Logística Reversa de REEE assinado em 2019.	
	Chile	Regulamentação específica sobre REEE em elaboração.	

(continua)

Quadro 2 - Panorama das regulações sobre REEE no mundo (continuação)

Continentes	País/Região	Aspectos positivos	Aspectos negativos
América	Colômbia	Um dos países com sistema de gestão de REEE mais avançado da América Latina. Possui regulamentação específica desde 2012, atualmente em processo de atualização	
	Peru	Um dos países com sistema de gestão de REEE mais avançado da América Latina. Possui regulamentação específica desde 2014, atualmente em processo de atualização e correção de brechas e alinhamentos.	
	México	Possui regulamentação específica desde 2018.	
	Costa Rica	Adequações na legislação vigente.	
	Argentina	Em processo de elaboração de regulamentação específica, com base no princípio da responsabilidade estendida ao produtor	Histórico de experiências e projetos de lei mal sucedidos.
	Equador	Acordo Ministerial com estabelecimento de obrigatoriedade de coleta e reciclagem de celulares pelas operadoras e importadores	
	Bolívia	Introduziu o princípio da responsabilidade estendida ao produtor em sua legislação de gestão de resíduos em 2015.	A lei nunca foi regulamentada, não havendo metas de coleta aplicáveis.
Ásia	Índia	Único país do sul da Ásia com legislação de lixo eletrônico. Lei específica em vigor desde 2011, aborda a exigência de coleta para desmontadores e recicladores. Em 2016, passou a abordar a responsabilidade do fabricante, revendedor, recondicionador e produtor, nas Regras de Gestão de Lixo Eletrônico. Atualmente, a Política Nacional de Recursos está em elaboração, trazendo aspectos sobre a recuperação de materiais secundários pelos produtores.	
	Filipinas	Projeto Final de Diretrizes para uma Política Ambientalmente Segura de Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos em aprovação.	

(continua)

Quadro 2 - Panorama das regulações sobre REEE no mundo (continuação)

Continentes	País/Região	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Ásia	Camboja	Possui lei específica sobre gestão de REEE, abordando todas as fases da cadeia de REEE.	
	Myanmar		Não possui legislação específica sobre o tema. Não classifica os REEE como resíduos perigosos.
	China	Possui legislação nacional em vigor que regula a coleta e o tratamento de 14 tipos de REEE.	
	Japão	Um dos primeiros países do mundo a implementar um sistema baseado no princípio da responsabilidade estendida ao produtor. Apresenta regulamentação avançada sobre REEE (Lei de Reciclagem de tipos específicos de eletrodomésticos; Lei de Promoção da Reciclagem de Pequenos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).	
	Ásia Ocidental e Central		Legislação fraca sobre lixo eletrônico, com estrutura de coleta, legislação e gerenciamento de REEE praticamente ausente.
	Quirguistão	Legislação com base no princípio da responsabilidade estendida ao produtor em desenvolvimento.	
Europa	União Europeia e Noruega	Na Europa, a gestão de REEE na maioria dos países é regulamentada pela Diretiva WEEE (2012/19/UE), que define coleta, reciclagem, reutilização, e metas de recuperação para todas as seis categorias de lixo eletrônico.	
	Islândia, Suíça, Sérvia, Bósnia e Herzegovina	Possuem leis semelhantes à Diretiva Europeia.	
	Ucrânia	Sistema que considera o princípio da responsabilidade estendida ao produtor, com base na Diretiva Europeia, está em desenvolvimento. Leis em processo de aprovação: Lei de Baterias e Acumuladores e a Lei de Resíduos de Energia Elétrica e Equipamento Eletrônico.	

(continua)

Quadro 2 - Panorama das regulações sobre REEE no mundo (continuação)

Continentes	País/Região	Aspectos positivos	Aspectos negativos
	Bielorrússia	Existência de lei geral sobre gestão de resíduos desde 2007. A gestão dos REEE é baseada em uma estrutura que inclui a responsabilidade estendida ao produtor para fabricantes e fornecedores.	Apesar da proibição, ainda existe coleta irregular dos REEE.
	Rússia	Em 2017, a Rússia iniciou um programa de Responsabilidade Estendida do Produtor para sucata elétrica e eletrônica. Fabricantes e importadores devem ajudar a coletar e processar eletrônicos obsoletos de acordo com a legislação russa de economia circular.	
Oceania	Austrália	Apresenta plano de acesso à coleta para 98% da população, a partir do Esquema Nacional de Televisão e Reciclagem de Computadores (2011), que estabelece um sistema de co-regulatório, no qual as indústrias de televisão informática determinam como implementar os serviços de coleta e reciclagem de televisões e computadores com eficiência.	

Fonte: Elaborado pela autora com base em Forti *et al.* (2020).

Em 2019, apenas 78 dos 193 países do mundo possuíam algum tipo de política, legislação ou regulação relacionada aos REEE. Quando analisado com base em dados populacionais, isso representa um avanço das ações para implementação de legislações específicas sobre o tema, uma vez que, em 2014, apenas 44% da população mundial era coberta por algum tipo de regulação e, em 2019, a cobertura chegou a 71%. (Forti *et al.*, 2020).

Mesmo os países desenvolvidos, que possuem sistemas regulatórios robustos e efetivos, podem enfrentar desafios na gestão de REEE, devido à complexidade desse tipo de resíduo (Parajuly *et al.*, 2019). No entanto, os maiores desafios são enfrentados pelos países em desenvolvimento, que possuem dificuldade no estabelecimento e efetivação das regulações voltadas à gestão de REEE (Xavier; Ottoni, 2019), o que acaba influenciando também o surgimento de problemas relacionados ao crescimento do setor informal de reciclagem e à existência de infraestrutura inadequada (Maphosa, 2021a).

Parajuly *et al.* (2019) sugerem que as lições aprendidas pelos países desenvolvidos, como a União Europeia, podem servir de base para que nações em desenvolvimento da Ásia, África e América do Sul estabeleçam legislações eficientes. Para Saldaña-Duran e Messina-Fernández (2021), as políticas públicas devem ser desenvolvidas com foco na conscientização e na participação social, garantindo a efetividade da gestão de REEE.

3.3.2. Contexto normativo brasileiro

O marco regulatório da gestão de resíduos no Brasil é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. No que tange aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, a PNRS estabelece uma gestão compartilhada e a obrigatoriedade da estruturação e implementação de Sistemas de Logística Reversa (SLR) (Brasil, 2010b).

A PNRS foi regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que estabeleceu como instrumentos para implementação e operacionalização da logística reversa os acordos setoriais, os termos de compromisso e regulamentos específicos (Brasil, 2010a). Em 2022, essa regulamentação foi revogada e substituída pelo Decreto nº 10.936, 12 de janeiro de 2022, que instituiu o Programa Nacional de Logística Reversa como instrumento de coordenação e integração dos SLR, além de prever a adoção de procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e a instituição de pontos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis (Brasil, 2022a).

Em 31 de outubro de 2019, foi assinado o Acordo Setorial para implantação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, a partir do qual todos os agentes da cadeia produtiva de EEE se comprometeram a adotar ações para o cumprimento das disposições da PNRS. Foram estabelecidas como entidades gestoras a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) e a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (Green Eletron) (SINIR, 2021).

O Acordo Setorial foi normatizado no início de 2020, com a publicação do Decreto n. 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, o qual representa um marco para a gestão de REEE do Brasil, regulamentando a implementação do sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, estabelecendo objetivos e metas, e regulando ações e responsabilidades dos diferentes agentes (Brasil, 2020a).

Entre 2022 e 2023 foram publicadas duas novas regulações que devem causar mudanças importantes na gestão de REEE no Brasil. No final de 2022, foi instituída a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos, por meio da Lei nº

14.479, de 21 de dezembro de 2022, que, dentre outros objetivos, busca contribuir para o descarte de equipamentos e bens de informática da administração pública direta e das autarquias e fundações, de maneira correta e sustentável (Brasil, 2022b). O referido decreto também dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão, o qual regulamenta a atuação de Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC) e Pontos de Inclusão Digital (PID), que constituem, respectivamente, espaços voltados para o recondicionamento e reciclagem de EEE e realização de formação de profissionalizante para jovens em situação de vulnerabilidade social, e de acesso público às TIC (Brasil, 2022b).

No início de 2023, foi publicado o Decreto nº 11.413, 13 de fevereiro de 2023, que instituiu o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa (CCRLR), o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral (CERE) e o Certificado de Crédito de Massa Futura, documentos a serem emitidos nos controles dos fluxos dos sistemas de logística reversa, visando, dentre outros fatores, proporcionar ganhos de escala na reciclagem de resíduos e possibilitar a criação de valor para a cadeia de reciclagem, dando prioridade a catadores e catadoras (Brasil, 2023b).

Em nível mais técnico-operacional, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui duas normas que orientam o gerenciamento de REEE: ABNT NBR 16.156:2013 (ABNT, 2013) e ABNT NBR 15.833:2018 (ABNT, 2018), que tratam especificamente sobre a manufatura reversa, a qual consiste no processo de obtenção de partes, peças, insumos ou matérias-primas, a partir da transformação dos resíduos eletroeletrônicos por meio do desmonte, descaracterização e reciclagem (ABNT, 2013).

A Norma ABNT NBR 16.156:2013 – Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – requisitos para atividade de manufatura reversa, aplica-se a todas organizações que possuem como atividade fim a manufatura reversa de REEE, e estabelece os requisitos para a realização da atividade de forma a proteger o meio ambiente e controlar os riscos de segurança e saúde no trabalho (ABNT, 2013). Já a Norma ABNT NBR 15.833:2018 - Manufatura reversa – Aparelhos de refrigeração, aplica-se aos estabelecimentos que atuam com a manufatura reversa de equipamentos de refrigeração, e estabelece procedimentos para o transporte, armazenamento e desmonte desses equipamentos, com reutilização e recuperação dos materiais recicláveis e destinação final dos resíduos (ABNT, 2018).

É possível notar que o arcabouço normativo brasileiro, no que tange à temática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, é amplo e relativamente recente, uma vez que somente em 2019 houve a implementação do Acordo Setorial. Ainda, com a publicação da Lei nº 14.479/2022 (Brasil, 2022b) e do Decreto nº 11.413/2023 (Brasil, 2023), é esperado que haja

avanços significativos no sistema de logística reversa de REEE e na gestão desses resíduos de modo geral no país.

3.3.3. Contexto normativo de Pernambuco

No âmbito estadual, Pernambuco é considerado pioneiro na gestão de resíduos sólidos, com a publicação da Lei nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010 (Pernambuco, 2010), que trata da Política Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos (Xavier, 2014), a qual estabelece, em consonância com a PNRS, a responsabilidade de estruturação e implantação obrigatória da logística reversa de produtos pós-consumo aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (Pernambuco, 2010).

Especificamente sobre a regulamentação da gestão de REEE, o estado também é pioneiro, possuindo a Lei nº 15.084, de 6 de setembro de 2013 (Pernambuco, 2013), que estabelece a obrigatoriedade da instalação de pontos de coleta de resíduos eletroeletrônicos nos estabelecimentos comerciais, estando estes sujeitos a penalidades (advertência e multa) quando do descumprimento do dispositivo legal (Pernambuco, 2013; Xavier, 2014).

Um avanço regulatório que pode impulsionar a operacionalização da logística reversa de REEE no estado, foi a assinatura, em 28 de setembro de 2021, de um Acordo de Cooperação Técnica entre o Estado de Pernambuco, a empresa recicladora REEECICLE e a empresa de tecnologia ambiental Circular Brain. O Acordo teve como finalidade desenvolver campanhas educacionais ambientais e o aprimoramento do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos, por meio da adoção de ações conjuntas para o descarte correto, como a implantação de Pontos de Entrega Voluntária Permanentes (PEV) (Pernambuco, 2021). Até maio de 2023, a REEECICLE possuía 42 PEV instalados no estado, concentrados principalmente na Região Metropolitana de Recife (Reecicle, 2023).

3.4. Sustentabilidade na Administração Pública

Desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, a preocupação com a preservação ambiental passou a ser discutida sob relevância internacional. Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como Comissão Brundtland, publicou o relatório “Nosso Futuro Comum”, trazendo o conceito oficial de desenvolvimento sustentável, que se difundiu mundialmente, sendo, então, “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46). Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o

Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD/Rio 92), esse conceito passou a fazer a fazer parte de uma agenda pública a ser seguida pelas nações, a Agenda 21 (CNUMAD, 1992), direcionando as ações dos países para a promoção de um desenvolvimento que integrasse equilíbrio ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Desde então, diversas convenções, tratados e ações no âmbito internacional foram realizadas a fim de se alcançar um desenvolvimento sustentável. Em 2000, foram estabelecidos pela ONU os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (ONU, 2000), substituídos, a partir de 2015, pelos 17 novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), adotando-se a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) como o guia para a tomada de ações pelos países.

O conceito consolidado de desenvolvimento sustentável é composto por três dimensões: ambiental, econômica e social, o chamado tripé da sustentabilidade. Na primeira, a sustentabilidade está relacionada à resiliência dos ecossistemas quanto às alterações causadas por fatores antrópicos. Na segunda, o conceito está atrelado a um desenvolvimento que reconhece a fragilidade de um sistema baseado na utilização sem controle de recursos naturais finitos. Na terceira, parte-se da ideia de que a degradação ambiental está relacionada à pobreza e à desigualdade social (Nascimento, 2012).

No entanto, Nascimento (2012), defende a adição de mais duas dimensões a esse conceito, para que sua implementação seja efetiva: a política e a cultural. A dimensão cultural se faz importante na medida em que somente por meio de mudanças comportamentais e de valores é que se torna viável uma mudança no modo de consumo e estilo de vida para padrões mais sustentáveis. A política, por sua vez, deve ser vista como uma aceleradora do processo de transição para um desenvolvimento sustentável, uma vez que as estruturas e decisões políticas possuem grande influência sobre os padrões de produção e consumo.

Com efeito, para que haja sustentabilidade, a ação do poder público se faz necessária, sendo essencial inserir aspectos socioambientais nos processos decisórios, na formulação de políticas públicas e em todas as atividades governamentais, uma vez que as atividades de regulação, comando e controle (típicas do Estado) isoladas não são suficientes para lidar com as demandas e desafios ambientais (Brasil, 2009).

Como previsto na Constituição Federal, o poder público possui o dever de defender e preservar o meio ambiente, garantindo o direito fundamental ao ambiente ecologicamente equilibrado (Brasil, 1988). A Carta Magna estabelece sanções para aqueles que causarem danos ao meio ambiente, sendo responsabilidade do Estado prevenir a ocorrência de danos e aplicar penalidades a quem os praticar (Rodrigues, 2018).

A Administração Pública possui um papel de protagonista, de indutora de mudanças sistêmicas, possuindo poder de mobilização de setores econômicos por meio das compras públicas, e também de promoção do diálogo entre setores sociais, empresariais e sociedade civil, além de incentivar a conscientização e sensibilização da sociedade, por meio da educação ambiental (Brasil, 2009).

Nesse contexto, insere-se a responsabilidade socioambiental do setor público, a qual pode ser entendida como um conjunto de responsabilidades sociais e ambientais da entidade pública, que estão associadas ao papel de formação de competências cidadãs por meio da interação com os diversos setores, que incluem desde governos, empresas, consumidores, mercado, sociedade, até o próprio meio ambiente (Brasil, 2009).

A fim de cumprir com essa responsabilidade, o setor público deve atuar com base nos princípios da boa governança aliados à sustentabilidade, buscando o menor custo na realização de despesas, o envolvimento e participação da comunidade nos processos decisórios, e a proteção do direito fundamental ao meio ambiente por meio de ações de preservação (Rodrigues, 2018).

Um dispositivo que orienta a adoção de práticas sustentáveis nas instituições públicas é a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa de adesão voluntária criado em 2001 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), tendo como objetivo promover a incorporação da responsabilidade socioambiental no setor público a partir da adoção de práticas de sustentabilidade e critérios socioambientais nas atividades (Brasil, 2009).

A partir da A3P, busca-se contribuir para a economia de recursos e redução dos impactos ambientais das atividades da Administração Pública, por meio do uso racional dos bens públicos, da gestão adequada de resíduos sólidos, da adoção de práticas sustentáveis de licitações e contratos e da conscientização dos agentes públicos sobre a função socioambiental de suas atividades (Brasil, 2009; Brasil, 2020c).

A Agenda A3P é dividida em seis eixos temáticos: (i) uso racional dos recursos naturais e bens públicos; (ii) gestão adequada dos resíduos gerados; (iii) qualidade de vida no ambiente de trabalho; (iv) sensibilização e capacitação dos servidores; (v) contratações públicas sustentáveis; (vi) construções sustentáveis; (vi) (Brasil, 2020c). Os eixos ii e v estão diretamente relacionados à gestão dos resíduos eletroeletrônicos em instituições públicas, uma vez que os EEE são adquiridos por meio dos processos licitatórios e, quando do final da sua vida útil e desfazimento, tornam-se resíduos que exigem correto gerenciamento.

As licitações consistem no procedimento oficial e obrigatório da Administração Pública para a aquisição de bens e contratação de obras e serviços, sendo regulado pela Lei n° 8.666,

de 21 junho de 1993, a qual estabelece as normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações em todas as esferas de governo (Brasil, 1993).

De acordo com o Art. 3º da Lei nº 8.666/1993, as licitações devem observar o princípio constitucional da isonomia, considerar a seleção da proposta mais vantajosa e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável, além de serem processadas e julgadas em conformidade com os seguintes princípios: legalidade, impessoalidade, moralidade, igualdade, publicidade, probidade administrativa, vinculação ao instrumento convocatório e julgamento objetivo (Brasil, 1993).

Com base no referido artigo, surge a concepção de compras públicas sustentáveis, procedimento administrativo formal, orientado pelo Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012 (Brasil, 2012a) e pela Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010 (Brasil, 2010c), por meio da adoção de critérios sociais, ambientais e econômicos nas aquisições de bens, contratações de serviços e execução de obras (Brasil, 2010c).

O Decreto nº 7.746/2012 regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666/1993, estabelecendo critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas estatais dependentes (Brasil, 2012a). A Instrução Normativa nº 01/2010 apresenta os critérios de sustentabilidade ambiental que devem ser adotados para a aquisição de bens e a contratação de serviços ou obras pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional (Brasil, 2010c).

No que diz respeito ao eixo sobre a gestão adequada de resíduos, a A3P aborda a importância da internalização dos 5 R's (Repensar, Reduzir, Reaproveitar, Reciclar e Recusar) por toda a Administração Pública, a fim de reduzir o consumo, combater o desperdício e fazer a destinação adequada dos resíduos, contribuindo também para a economia e otimização da aplicação dos recursos públicos, e para a redução dos impactos relacionados à geração de resíduos pelas instituições públicas (Brasil, 2009; Brasil, 2020c).

Em conjunto com as disposições da PNRS, a A3P também encoraja a adoção do projeto Coleta Seletiva Solidária pelos órgãos e entidades públicas, o qual pode impulsionar a mudança de cultura das instituições no que tange a uma gestão de resíduos mais sustentável (Brasil, 2009). Conforme estabelecido pelo Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006, a separação dos resíduos recicláveis deve ser realizada na fonte geradora, sendo destinados às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis (Brasil, 2006), enfatizando, portanto, a

importância da valorização desses trabalhadores, os quais possuem papel essencial na transformação ambiental.

Outra ferramenta para a promoção da sustentabilidade no setor público são os Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS), previstos no Art. 16 do Decreto nº 7.746/2012 (Brasil, 2012a), e cujas regras de elaboração foram estabelecidas pela Instrução Normativa nº 10/2012 (Brasil, 2012b). Os PLS consistem, portanto, em

“ferramentas de planejamento com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que permite ao órgão ou entidade estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública” (Brasil, 2012b, cap. II, art. 3).

De acordo com a Instrução Normativa nº 10/2012, logística sustentável pode ser definida como o “processo de coordenação do fluxo de materiais, de serviços e de informações, do fornecimento ao desfazimento, que considera a proteção ambiental, a justiça social e o desenvolvimento sustentável” (Brasil, 2012b, cap. I, art. 2º, inc. I). Assim, toda a administração pública federal direta, autárquica e fundacional e as empresas estatais dependentes devem elaborar seus PLS (Brasil, 2012a), de forma a nortear as ações para o alcance da sustentabilidade em todos os seus fluxos.

Para a realização de suas atividades, a Administração Pública consome muitos recursos e, conseqüentemente, gera grandes quantidades de resíduos, destacando-se a geração de papel, plástico, cartuchos e tonners, lâmpadas e resíduos eletrônicos (Brasil, 2009). Como grande geradora de resíduos, a Administração Pública deve buscar ferramentas para a redução dos impactos relacionados. Assim, a adoção de práticas mais sustentáveis, como as estabelecidas na Agenda A3P, voltadas para a realização de compras sustentáveis e para a gestão adequada de resíduos, e também a implantação do PLS, são muito importantes para o cumprimento da responsabilidade socioambiental das instituições públicas.

Dentre as entidades da administração pública federal indireta, estão as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), que devem cumprir com todos os princípios e leis que regem o setor público, além de possuírem papel essencial na promoção da sustentabilidade. Com efeito, a atuação das universidades não se resume ao cumprimento de normativos e à realização das atividades de ensino, pesquisa e extensão (Sadalla, 2019). Essas instituições possuem grande influência sobre a sociedade em que estão inseridas, tendo grande potencial transformador por meio da educação e do exemplo (Sedlacek, 2013).

Assim, as instituições de ensino superior, possuindo demandas e problemas semelhantes a cidades, que incluem saneamento básico, energia e gestão de resíduos, por exemplo (Zhang *et al.*, 2011; Sadalla, 2019), podem, por meio da adoção de estratégias que considerem a sustentabilidade em suas ações, contribuir para a criação de impactos positivos na comunidade em que se inserem, tornando-a melhor e mais sustentável (Adeniran; Nubi; Adelopo, 2017; Saldaña-Durán; Messina-Fernandez; 2021).

3.5. Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos em Instituições Federais de Ensino Superior

A gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos, em consonância com o que dispõe a PNRS, deve compreender um conjunto de ações voltadas para as soluções que envolvem o planejamento e o desenvolvimento de políticas, planos, estratégias e ferramentas, procedimentos de infraestrutura, as etapas do gerenciamento em si e a educação ambiental, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social (Brasil, 2010b).

No caso dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, sistemas adequados e sustentáveis de gestão devem permitir a recuperação de valor dos materiais, a redução do desperdício e a mitigação de impactos socioambientais negativos, em alinhamento aos princípios da economia circular, da responsabilidade compartilhada e da responsabilidade do consumidor, assim como à existência de conformidade legal, à incorporação de inovações tecnológicas e à inclusão e capacitação técnica de catadores (Baldé *et al.*, 2017; Torres, 2021).

Dentre as práticas que podem ser adotadas, incluem-se aquelas voltadas ao aumento da vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos, como o reparo, a remanufatura, o reaproveitamento de peças e o reuso (Baldé *et al.*, 2017; Sadalla, 2019), e aquelas que visam a recuperação e o aproveitamento dos materiais, como a mineração urbana, a reciclagem, e a manufatura reversa (Baldé *et al.*, 2017; Xavier; Ottoni, 2019).

A crescente demanda de uso de tecnologia para apoiar as atividades das instituições de ensino superior (Maphosa, 2021a; Dayaday; Galleto, 2022) deve estar atrelada à adoção de estratégias sustentáveis de gestão de resíduos para reduzir os impactos negativos e contribuir positivamente para melhoria do bem-estar socioeconômico tanto interna como externamente (Adeniran; Nubi; Adelopo, 2017; Saldaña-Durán; Messina-Fernandez; 2021).

De fato, o problema da grande geração de REEE é uma realidade de IES de todo o mundo (Tabela 1) (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015). A maior parte é proveniente dos equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), principalmente os

computadores do tipo desktop e laptops, impressoras e copiadoras, muito utilizados nas atividades dessas instituições (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015, Dayaday; Galletto, 2022).

Tabela 1 - Geração de REEE em universidades do mundo

Instituição	País	Ano	Geração total (kg)	População do campus	Geração per capita (kg)
Universidade de São Paulo	Brasil	2007	124.000	80.000	1,55
Universidade de Sydney	Austrália	2010	20.000	40.000	0,50
Universidade de Macquarie	Austrália	2010	40.000	40.000	1,00
Universidade de Auburn	EUA	2011	62.000	30.000	2,07
Universidade de Columbia	EUA	2011	40.500	31.000	1,31
Universidade de Indiana	EUA	2010	272.000	57.000	4,80

Fonte: Adaptado de Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015).

Dessa forma, é importante que as IES busquem soluções para a problemática dos REEE, seja por meio da implantação de pontos de coleta, centros de processamento e reciclagem, ou estratégias para aumento da vida útil e reuso dos EEE, cumprindo, dessa forma, seu papel socioambiental e servindo de exemplo de boas práticas para a sociedade (Sadalla, 2019). Além disso, é necessário que haja políticas estratégicas específicas e diálogo com a comunidade, para que essas soluções sejam efetivas (Adeniran; Nubi; Adelopo, 2017).

No mesmo sentido, Leclerc e Badami (2022) defendem que as IES podem tornar sua atuação mais sustentável a partir de uma mudança sistêmica, passando a focar na otimização da gestão dos equipamentos de Tecnologia da Informação (TI) ao longo de todo seu ciclo de vida e não somente em práticas de gerenciamento do resíduo eletroeletrônico.

No contexto brasileiro, a gestão de REEE nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) está diretamente relacionada com as normas e os processos de gestão e de controle do patrimônio público, uma vez que os equipamentos de informática, como computadores e notebooks, por possuírem vida útil média acima de dois anos, são classificados como bens permanentes, conforme o Art. 15, § 2º, da Lei n.º 4.320/1964 (Brasil, 1964).

A gestão patrimonial (Figura 5) pode ser entendida como os processos de controle dos bens permanentes ao longo de todo o ciclo de vida dentro da instituição, incluindo os

subprocessos de aquisição, recebimento, distribuição, transferências e movimentações, inventário geral, conservação e desfazimento de bens (Oliveira, 2019).

Figura 5 - Processo de gestão patrimonial



Fonte: Oliveira (2019).

Dessa forma, desde a aquisição dos equipamentos de informática até a destinação final, há um amplo arcabouço de leis e procedimentos específicos relacionados à gestão patrimonial e às compras públicas que devem ser seguidos (Quadro 3), o que torna a gestão dos REEE ainda mais complexa, indo além dos processos de gerenciamento de resíduos isoladamente.

Quadro 3 - Dispositivos legais relacionados à gestão patrimonial de bens de informática

Dispositivo	Escopo
Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964	Estabelece Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal (Brasil, 1964).
Instrução Normativa DASP nº 142, de 05 de agosto de 1983	Destina-se a orientar os órgãos integrantes do Sistema de Serviços Gerais – SISG quanto a aplicação harmônica dos preceitos legais (Brasil, 1983). De forma geral, apresenta orientações para a padronização de procedimentos inerentes à administração de materiais em órgãos públicos no âmbito federal (UFC, 2016).

(continua)

Quadro 3 - Dispositivos legais relacionados à gestão patrimonial de bens de informática (continuação)

Dispositivo	Escopo
Instrução Normativa SEDAP/PR n° 205, de 08 de abril de 1988	Objetiva a racionalização com minimização de custos do uso de material no âmbito do SISG através de técnicas modernas que atualizam e enriquecem a gestão com desejáveis condições de operacionalidade, no emprego de material nas diversas atividades (SEDAP/PR, 1988). De forma geral, rege o controle de materiais de consumo e permanentes, descrevendo as principais atividades a serem desenvolvidas pela Administração Pública Federal (UFC, 2016).
Lei n° 8.666, de 21 de junho 1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências (Brasil, 1993).
Instrução Normativa n° 01, de 09 de janeiro de 2010	Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências (Brasil, 2010c).
Decreto n° 9.373, de 11 maio de 2018	Dispõe sobre a alienação, a cessão, a transferência, a destinação e a disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional (Brasil, 2018a). Revogou o antigo Decreto n° 99.658/90, que regulava o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material no âmbito da Administração Pública. Alterado pelo Decreto n°10.340/2020.
Instrução Normativa n. 11, de 29 de novembro de 2018	Dispõe sobre ferramenta informatizada de disponibilização de bens móveis inservíveis para fins de alienação, de cessão e de transferência no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional - Reuse.Gov (Brasil, 2018c).
Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (MCASP)	Objetiva colaborar com o processo de elaboração e execução do orçamento e de gestão patrimonial (Brasil, 2018b).
Portaria ME n. 232, de junho de 2020	Institui o Sistema Integrado de Gestão Patrimonial - Siads, no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e das empresas públicas dependentes do Poder Executivo federal, e dá outras providências (Brasil, 2020b).
Lei n. 14.479, de 21 de dezembro de 2022	Institui a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão (Brasil, 2022b).

Fonte: Elaborado pela autora com base em UFC (2016), Oliveira (2019) e ME (2021).

Nas aquisições, deve-se seguir as disposições da Lei n° 8.666/1993 (Brasil, 1993), a Lei de Licitações, que regula os procedimentos para licitações e contratos da Administração Pública, incluindo a compra de materiais e equipamentos (Brasil, 1993), considerando os seguintes critérios de sustentabilidade, conforme estabelecido pela Instrução Normativa n° 01/2010 (Brasil, 2010c):

- os bens devem ser constituídos por materiais recicláveis, atóxicos, biodegradáveis, conforme normas ABNT NBR – 15448-1 e 15448-2;

- devem ser observados requisitos ambientais do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) relativos a certificações de produtos sustentáveis ou de menor impacto ambiental;
- deve-se dar preferência a bens acondicionados em embalagem individual adequada, que ocupe menor volume e seja composta por materiais recicláveis;
- os bens não devem conter substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*) (Brasil, 2010c).

Em 2020, o Ministério da Economia publicou a Portaria n° 232, de 2 de junho de 2020, que trata do Sistema Integrado de Gestão Patrimonial (SIADS), o qual deve ser adotado obrigatoriamente pelos órgãos e entidades públicos federais como o sistema oficial de gestão (Brasil, 2020b). O sistema consiste em uma ferramenta digital para o gerenciamento e controle em tempo real do estoque de bens móveis e de veículos, que objetiva a eficiência na aplicação dos gastos públicos e a melhoria no desempenho das instituições (ME, 2021).

De acordo com o Ministério da Economia, o SIADS está integrado à plataforma *Doações gov.br*², a qual permite aos cidadãos e à administração anunciar bens e serviços para doação (ME, 2021). A Portaria n° 232, de 2 de junho de 2020, também estabelece que os bens que não estejam em uso e tenham potencial para serem reaproveitados, devem ser anunciados pelos órgãos e entidades da Administração Pública na plataforma (Brasil, 2020b).

O Decreto n° 9.373, de 11 de maio de 2018, trata da alienação, cessão, transferência, destinação e disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis, estabelecendo que esses processos devem considerar os princípios da ecoeficiência, da visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida, da valorização econômico-social dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, assim como a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, em conformidade com as diretrizes da PNRS (Brasil, 2018a). Conforme o referido Decreto, para que um bem fora de uso seja considerado inservível e receba a destinação adequada, deve ser classificado como ocioso, recuperável, antieconômico ou irrecuperável (Quadro 4) (Brasil, 2018a).

² Mais informações podem ser encontradas em: <https://doacoes.gov.br/>.

Quadro 4 - Classificação dos bens inservíveis

Classificação dos bens inservíveis			
Ocioso	Recuperável	Antieconômico	Irrecuperável
Bem móvel que se encontra em perfeitas condições de uso, mas não é aproveitado.	Bem móvel que não se encontra em condições de uso e cujo custo da recuperação seja de até cinquenta por cento do seu valor de mercado ou cuja análise de custo e benefício demonstre ser justificável a sua recuperação.	Bem móvel cuja manutenção seja onerosa ou cujo rendimento seja precário, em virtude de uso prolongado, desgaste prematuro ou obsolescimento.	Bem móvel que não pode ser utilizado para o fim a que se destina devido à perda de suas características ou em razão de seu custo de recuperação ser mais de cinquenta por cento do seu valor de mercado ou de a análise do seu custo e benefício demonstrar ser injustificável a sua recuperação.

Fonte: Elaborado pela autora com base no Decreto nº 9373/2018 (Brasil, 2018a).

De modo geral, conforme o Decreto nº 9.373/2018 (Brasil, 2018a), os bens inservíveis classificados como ociosos ou recuperáveis podem ser reaproveitados por meio de transferência interna (entre unidades organizacionais da instituição) ou externa (entre órgãos da União), caracterizando o reuso. Já aqueles irrecuperáveis, quando da impossibilidade de realização de alienação (leilão, cessão ou doação) devem ser destinados ou dispostos de maneira ambientalmente adequada. No caso dos equipamentos, peças e componentes de TIC, quando ociosos, recuperáveis ou antieconômicos, podem ser doados a organizações da sociedade civil que participem de programa de inclusão digital do governo federal ou se dediquem, comprovadamente, à promoção da educação e da inclusão digital (Brasil, 2018a).

Com a instituição da Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos, por meio da Lei nº 14.479 de 21 de dezembro de 2022, os bens de informática (incluindo peças e componentes) da administração pública direta e das autarquias e fundações, considerados ociosos, recuperáveis, antieconômicos ou irrecuperáveis passaram a ter outra opção de destinação: a doação aos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), vinculados ao Programa Computadores para Inclusão. Esses locais realizam o recondicionamento e reciclagem de EEE em conjunto com a formação profissionalizante para jovens em situação de vulnerabilidade social (Brasil, 2022b).

A depender da classificação, os bens de informática inservíveis podem receber diferentes destinações (Quadro 5). Assim, o primeiro passo para garantir a destinação adequada dos equipamentos fora de uso seria a análise para a classificação do bem, considerando também a legislação relacionada à gestão de resíduos e critérios de sustentabilidade.

Quadro 5 - Tipos de destinações aplicáveis aos bens de informática inservíveis

Classificação do bem inservível	Destinação
Ociosos	<ul style="list-style-type: none"> - Reuso, por meio de transferência interna (entre unidades organizacionais da instituição) ou externa (entre órgãos da União). - Doação para organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIP) e organizações da sociedade civil (OS), com cunho social, para reutilização. - Doação aos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), para reaproveitamento a partir do recondicionamento e reciclagem de EEE.
Recuperável	<ul style="list-style-type: none"> - Reparo e posterior reuso, por meio de transferência interna (entre unidades organizacionais da instituição) ou externa (entre órgãos da União). - Doação para organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIP) e organizações da sociedade civil (OS), com cunho social, para reutilização. - Doação aos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), para reaproveitamento a partir do recondicionamento e reciclagem de EEE.
Antieconômico	<ul style="list-style-type: none"> - Doação para organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIP) e organizações da sociedade civil (OS), com cunho social - Doação aos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), para reaproveitamento a partir do recondicionamento e reciclagem de EEE. - Venda (leilão).
Irrecuperável	<ul style="list-style-type: none"> - Doação aos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), para reaproveitamento a partir do recondicionamento e reciclagem de EEE. - Venda (leilão). - Destinação ambientalmente adequada (reciclagem/catadores). - Disposição final adequada (aterros sanitários).

Fonte: Elaborado pela autora com base no Decreto nº 9.373/2018 (Brasil, 2018a) e na Lei nº 14.479/2022 (Brasil, 2022b).

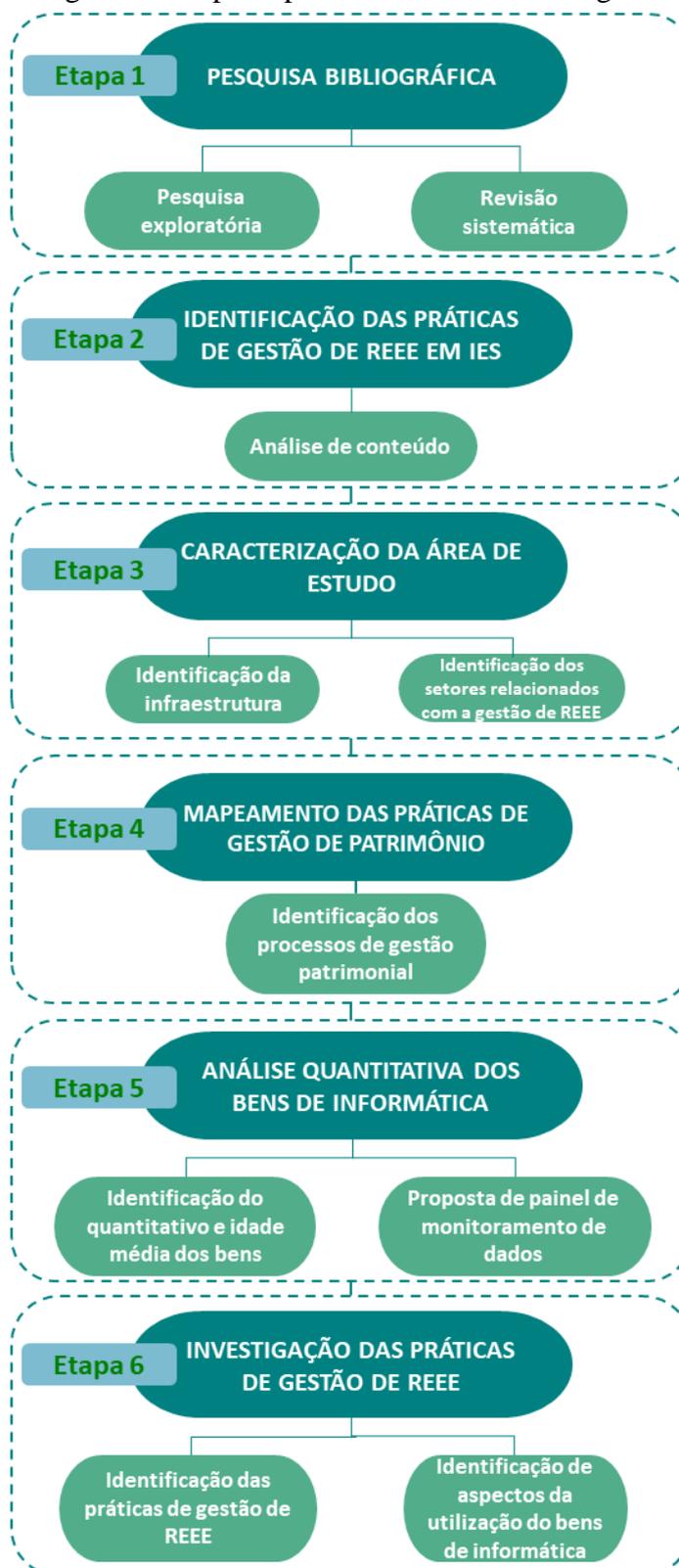
Diante do amplo e complexo arcabouço legal que envolve a gestão patrimonial dos EEE e a gestão dos REEE, esses processos podem representar um desafio para as instituições federais de ensino superior, sendo importante a identificação e compreensão das práticas adotadas pelas IFES para que seja possível verificar pontos de integração e de melhorias, de forma a viabilizar a efetivação do papel dessas instituições como promotoras da sustentabilidade por meio de suas ações.

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta caráter exploratório, com base em um estudo de caso realizado no *campus* Dois Irmãos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A metodologia aplicada apresentou uma abordagem qualiquantitativa, dividida em 6 etapas (Figura 6): pesquisa bibliográfica; identificação das práticas de gestão de REEE em instituições de ensino superior; caracterização da área de estudo; mapeamento das práticas de gestão de

patrimônio; análise quantitativa dos bens de informática; e levantamento das práticas de gestão de REEE na instituição.

Figura 6 - Etapas e procedimentos metodológicos



Fonte: A Autora (2023).

4.1. Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi dividida em duas fases. A primeira consistiu em uma pesquisa exploratória em diretórios acadêmicos e institucionais, com a finalidade de levantar informações sobre as seguintes temáticas: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, economia circular, logística reversa, práticas de gestão de REEE, sustentabilidade na administração pública e instrumentos legais relacionados aos REEE.

A segunda fase tratou de uma revisão sistemática para a investigação de como a temática da gestão de REEE vem sendo abordada no contexto das instituições de ensino superior (IES) no mundo.

4.1.1. Pesquisa Exploratória

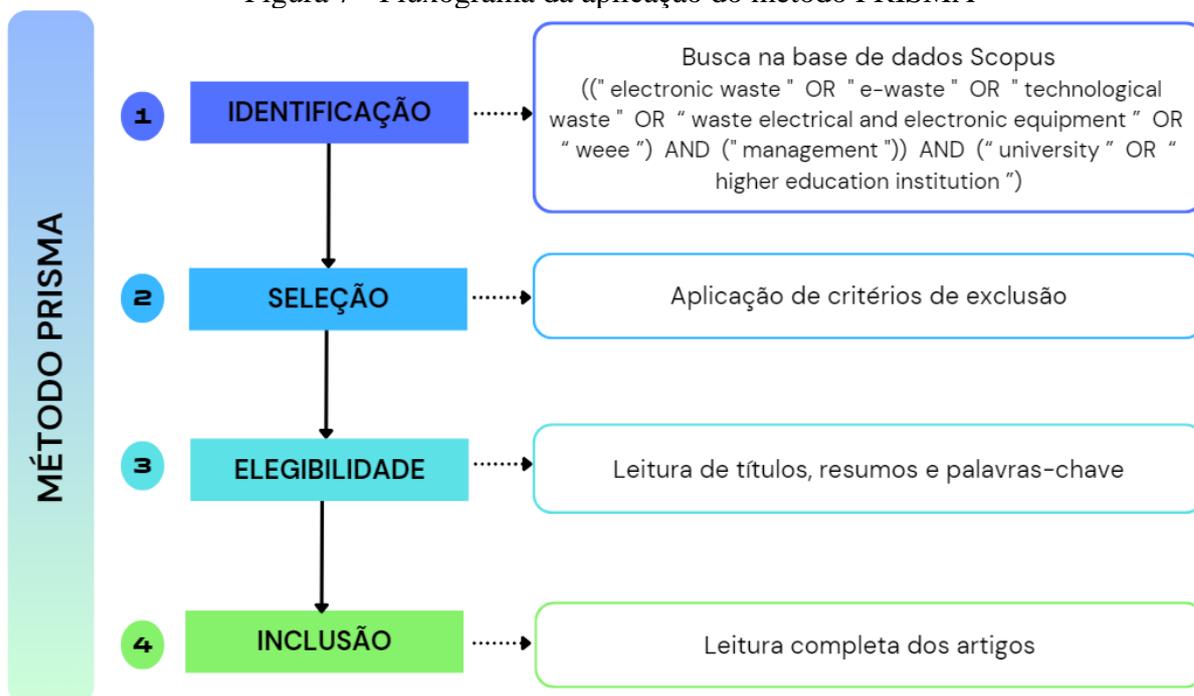
Na fase de pesquisa exploratória, a partir da leitura crítica de artigos, pesquisas acadêmicas e publicações oficiais, buscou-se compreender as dimensões que envolvem a problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Para tanto, foram realizadas buscas por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Google Acadêmico, utilizando a combinação das seguintes palavras-chave, para obtenção de um resultado mais amplo: equipamentos eletroeletrônicos, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; gestão de resíduos; gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; economia circular; logística reversa; ciclo de vida do produto; sustentabilidade; administração pública. Para otimização das buscas, foram adotados alguns filtros: tipo de documentos (artigos, revisões, dissertações, teses, documentos oficiais), idioma (português, inglês e espanhol), espaço-temporal (2013-2023).

Foi realizado também um levantamento documental, por meio de estudo de normativas nacionais e internacionais relacionadas à temática de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, para identificação do panorama das regulações sobre o tema.

4.1.2. Revisão sistemática

Nesta fase, a fim de obter pesquisas relevantes sobre a gestão de REEE em IES, foi realizada uma revisão sistemática, seguida de análises bibliométricas. Para isso, foi aplicado o método de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises – PRISMA, de Moher *et al.* (2009), que é dividido em quatro passos (Figura 7): Identificação, Seleção, Elegibilidade e Inclusão.

Figura 7 - Fluxograma da aplicação do método PRISMA



Fonte: A Autora (2023).

No primeiro passo (Identificação), foi executado um levantamento bibliométrico a partir de busca na base de dados de abrangência internacional *Scopus*, considerada uma das maiores fontes de dados de citações científicas do mundo (Mongeon; Paul-Haus, 2016). A plataforma abrange registros de publicações a partir do ano de 1788, possuindo um total de 77 milhões de registros, com a inclusão de 3 milhões de itens por ano, fornecendo, portanto, uma visão abrangente da produção científica mundial nas mais diversas áreas, com a curadoria de especialistas (Elsevier, 2020).

Assim, a fim de alcançar o maior número de estudos que relacionam a temática de REEE em IES, no mês de março de 2023, o procedimento de busca na base de dados foi aplicado considerando os campos título, resumo e palavras-chave, para o seguinte termo de busca, no idioma inglês: (*"electronic waste"* OR *"e-waste"* OR *"technological waste"* OR *"waste electrical and electronic equipment"* OR *"weee"*) AND (*"management"*) AND (*"university"* OR *"higher education institution"*), para todo o período de busca abrangido pela base dados.

No segundo passo (Seleção), foram aplicados critérios de exclusão, a fim de obter resultados mais representativos. Foram utilizados, portanto, os seguintes filtros: espaço-temporal (todo o período abrangido pela base de dados, desde o início de sua atuação), tipo de

periódico (revistas científicas), tipo de documento (artigos e revisões), idioma do manuscrito (inglês, português e espanhol).

No terceiro passo (Elegibilidade), foi realizada uma triagem dos documentos, por meio da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, a fim de identificar os que possuíam uma relação direta com a temática estudada nesta pesquisa. No último passo (Inclusão), procedeu-se à leitura na íntegra dos artigos selecionados na etapa de elegibilidade, de forma a considerar somente as pesquisas que tratavam sobre a temática dos REEE em instituições de ensino superior.

Em seguida, os dados bibliométricos foram exportados no formato *.bib* para posterior tratamento de dados e análises bibliométricas, utilizando o software livre R Studio - pacote *bibliometrix* e o programa *Microsoft Office Excel*. As análises bibliométricas focaram na identificação da evolução temporal das publicações, dos países, principais palavras-chave encontradas nos artigos e principais periódicos com publicações sobre o tema.

A partir dos artigos obtidos ao final da aplicação da metodologia PRISMA, foi realizada uma análise de conteúdo, segundo a metodologia de Bardin (2016), a qual pode ser simplificada em três passos: (1) pré-análise (avaliação e preparo dos documentos); (2) exploração do material (codificação e categorização do material); (3) tratamento dos resultados obtidos e interpretação por meio de inferência.

Dessa forma, os artigos foram categorizados de acordo com a abordagem temática apresentada. Para isso, foi elaborado um quadro-síntese (Apêndice A), com indicação de autores, ano, país, objetivo, metodologia e principais resultados. Por fim, foram criadas três categorias (1. Práticas de gestão de REEE; 2. Conscientização ambiental; 3. Mineração urbana) referentes aos principais temas identificados nos estudos analisados. Nesta etapa, buscou-se compreender como a temática dos REEE vem sendo abordada nas pesquisas realizadas em Instituições de Ensino Superior no mundo.

A partir da categorização, foram selecionados somente os artigos da categoria 1 para seguir para a próxima etapa metodológica de identificação das práticas de gestão de REEE em instituições de ensino superior nacionais e internacionais.

4.2. Identificação das práticas de gestão de resíduos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior

Nesta etapa, alinhada à metodologia anterior, aprofundou-se na análise dos artigos classificados na categoria “1. Práticas de gestão de REEE”, a fim de identificar as principais

práticas de gestão de REEE que vêm sendo adotadas pelas IES em âmbito nacional e internacional.

Assim, partiu-se para a análise de conteúdo da amostra final de artigos, quando estes foram divididos em duas categorias conforme localização geográfica: (1) pesquisas em universidades internacionais; (2) pesquisas em universidades brasileiras. Após a categorização, por meio de inferência, foram identificadas as iniciativas das IES voltadas à gestão de REEE, incluindo ações, projetos e principais tipos de destinação realizadas. Foi elaborado um quadro-síntese para cada categoria, com indicação de autor, ano, instituição, país (somente a categoria 1), estado (somente a categoria 2) e práticas de gestão de REEE (ações e projetos; principais destinações).

Além disso, com base nas experiências relatadas nas pesquisas, foram identificados os principais desafios e barreiras enfrentados pelas IES para gerir adequadamente os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, assim como proposições de pontos de melhoria para a gestão.

4.3. Caracterização da área de estudo

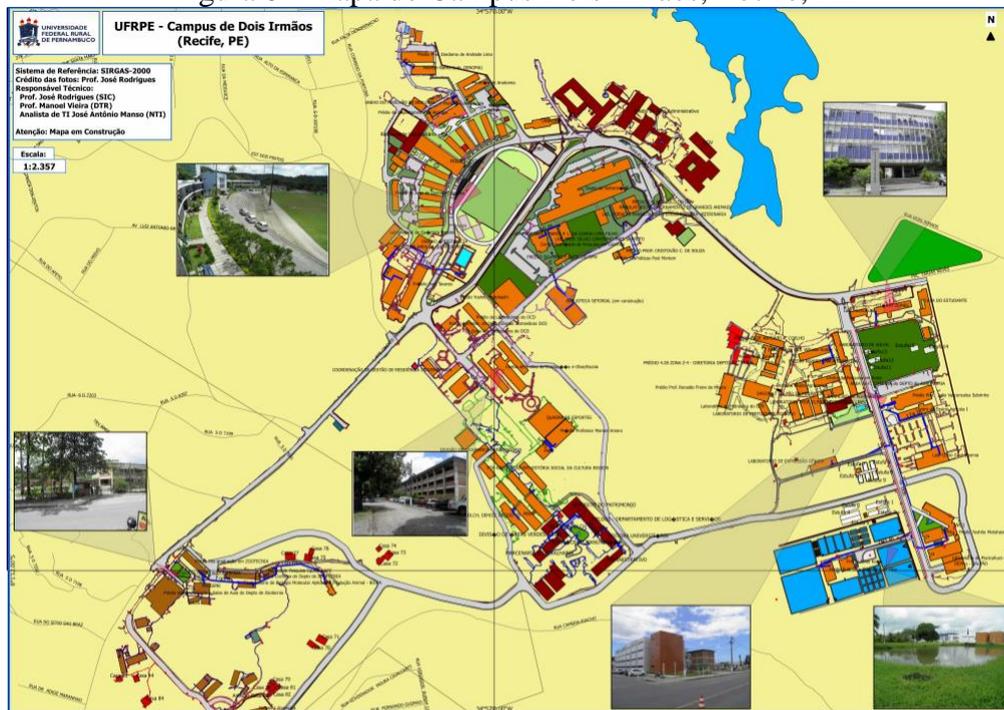
A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) possui mais de 100 anos de tradição, atuando nos eixos de ensino, pesquisa, extensão, gestão e inovação, sendo considerada um centro de pesquisa de referência na região Nordeste. Com uma população universitária de cerca de 20.000 habitantes (discentes, docentes, técnicos-administrativos e terceirizados), apresenta uma grande influência no desenvolvimento do estado de Pernambuco, estando presente do litoral ao sertão, com ações em cerca de 31 municípios (UFRPE, 2021a).

Anualmente, a instituição oferta vagas em 55 cursos de graduação e 48 programas de pós-graduação, abrangendo as áreas de ciências agrárias, exatas e da terra, engenharias, humanas, sociais aplicadas, biológicas e ciências da saúde, distribuídos no *campus* Dois Irmãos, em Recife, e nas Unidades Acadêmicas de Serra Talhada (UAST), do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) e de Belo Jardim (UABJ), além de Educação a Distância (UAEADTec) (UFRPE, 2023).

O *campus* Dois Irmãos (Figura 8) foi adotado como área de aplicação desta pesquisa. Localizado na Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, bairro Dois Irmãos, Recife – PE (Figura 9), abriga a sede da instituição, com uma comunidade acadêmica composta por 775 docentes, 871 técnicos administrativos e 351 trabalhadores terceirizados, além de 9273 discentes (graduação

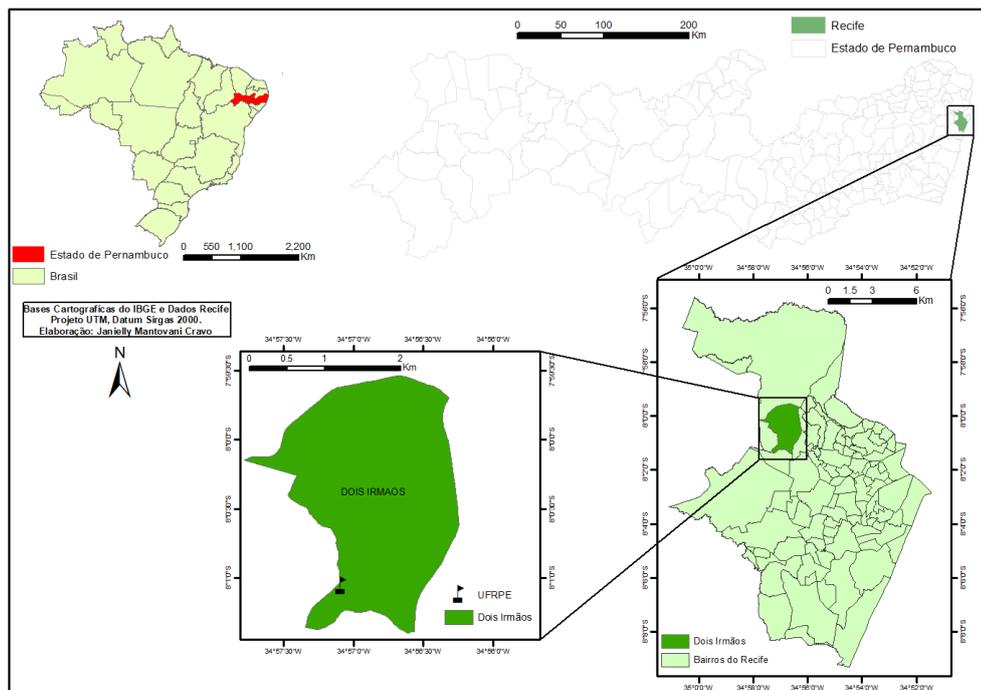
e pós-graduação)³, equivalendo a mais da metade do total da população universitária da UFRPE.

Figura 8 - Mapa do Campus Dois Irmãos, Recife, PE



Fonte: STD-UFRPE, 2014

Figura 9 - Localização do *campus* Dois Irmãos da UFRPE



Fonte: A Autora (2023).

³ Dados obtidos entre maio e julho de 2023, por meio de solicitação formal de acesso à informação à ouvidoria da instituição, via Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação (Fala.BR).

A escolha do *campus* Dois Irmãos como área de estudo justifica-se pelo fato de abrigar a sede da instituição, onde a gestão da UFRPE está centralizada. Além disso, devido ao porte, pode ser considerado um grande gerador em potencial de resíduos. Por estar localizado na Região Metropolitana de Recife (RMR), apresenta grande influência econômica, social e ambiental para a RMR. Dessa forma, o diagnóstico das práticas de gestão de resíduos, em especial os de equipamentos eletroeletrônicos, é fundamental para a otimização da gestão e para efetivar o papel da instituição como incentivadora do desenvolvimento sustentável na sociedade.

Assim, nesta etapa da pesquisa, a área de estudo foi delimitada e caracterizada por meio de visitas técnicas de reconhecimento do local e execução de estudos documentais, utilizando-se de busca em sites e documentos oficiais, a fim de realizar o levantamento da infraestrutura da instituição e identificar os setores relacionados à gestão de REEE.

4.3.1. Identificação da infraestrutura do *Campus* Dois Irmãos

Para identificação da infraestrutura existente no *campus* Dois Irmãos, no que tange à distribuição das edificações e a natureza das atividades nelas desenvolvidas, foram levantados dados secundários a partir de documentos oficiais disponibilizados pelo Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM) da UFRPE, além de visitas técnicas de reconhecimento dos locais.

De acordo com dados fornecidos pelo NEMAM (informação verbal)⁴, o *campus* Dois Irmãos, que abriga a sede da instituição, possui uma área total de 147 hectares, com uma área construída de 155.000 m², dividida em seis zonas (Figura 10), apresentando uma estrutura formada por setores administrativos, salas de aula, laboratórios, áreas verdes, restaurante universitário, bibliotecas, complexo esportivo, assistência à saúde, entre outros.

⁴ Informação fornecida por servidor do Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente, em comunicação realizada em 10 de abril de 2022.

Figura 10 - Zoneamento do *campus* Dois Irmãos da UFRPE



Fonte: NEMAM (2015).

Com base na metodologia de caracterização de zonas de coleta de resíduos em uma IES, adotada por Adeniran, Nubi e Adelopo (2017), foi realizada a categorização das estruturas existentes em cada zona do *Campus* Dois Irmãos, conforme a natureza da atividade desenvolvida.

Tomando como base a listagem de edificações existentes no *campus*, disponibilizada pelo NEMAN (2015), foram criados 4 grupos principais: (1) Estruturas de uso acadêmico e de pesquisa; (2) Estruturas de uso comercial; (3) Estruturas de uso administrativo; (4) Estruturas de uso residencial. No caso da presente pesquisa, essa categorização foi realizada a fim de embasar o levantamento da geração de REEE na Instituição. Além dos grupos principais, foi criado pela autora o subgrupo (1.1) Estruturas que possuem laboratórios de informática, pois, conforme indicado pela Secretaria de Tecnologias Digitais (STD) da UFRPE, esses locais tendem a apresentar maiores parques computacionais, sendo potenciais geradores de REEE.

4.3.2. Identificação dos setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE

Nesta fase, procedeu-se à análise da estrutura organizacional, a partir do estudo dos organogramas e regimentos internos disponíveis no site oficial da instituição, a fim de identificar os setores com potencial relação com a gestão de REEE. A partir disso, durante o período de abril a agosto de 2022, foram realizadas visitas técnicas e/ou contato via e-mail ou telefone com os setores identificados para confirmar essa relação e identificar o papel de cada setor no complexo sistema que envolve a gestão de REEE na instituição.

4.4. Mapeamento das práticas de gestão de patrimônio da UFRPE

Nesta etapa foram identificados os processos de aquisição, cadastro de patrimônio e desfazimento de equipamentos eletroeletrônicos, especificamente os bens de informática, entendidos nesta pesquisa como computadores do tipo desktop, monitores de vídeo e notebooks, conforme Manual de Gestão Patrimonial da UFRPE (2020).

Para isso, foram aplicados os seguintes procedimentos de coleta de dados: pesquisa em documentos oficiais, em legislações específicas e nos sistemas oficiais de controle de patrimônio da instituição; e realização de entrevistas semiestruturadas com os agentes responsáveis pela gestão de bens e patrimônio, da Divisão de Administração de Patrimônio (DAP), vinculada à Pró-reitora de Administração (PROAD) e da Secretaria de Tecnologias Digitais (STD).

As entrevistas foram realizadas no período de maio de 2022 a abril de 2023, com foco na identificação dos processos de trabalho relacionados à gestão patrimonial. Para isso, foi utilizando um roteiro semiestruturado (Apêndice B), elaborado com base em Oliveira (2019), para investigação de aspectos relacionados a: regulações gerais e específicas sobre gestão patrimonial; institucionalização dos processos de gestão patrimonial; e operacionalização dos processos de gestão patrimonial.

Para a representação gráfica dos processos e fluxos identificados, foram elaborados fluxogramas com base na linguagem padrão de modelagem de processos de negócio BPMN (*Business Process Model and Notation*), utilizando o software *Bizagi Modeler* na versão 4.0.0.014, gratuita. Dessa forma, utilizou-se uma simbologia específica (Quadro 6) para descrever os relacionamentos entre os fluxos de atividades.

Quadro 6 - Resumo dos símbolos BPMN - *Bizagi Modeler*

Símbolo	Descrição/Função
	Início de um evento/processo
	Fim de um evento/processo
	Evento intermediário
	Decisão
	Divisão/Fluxo paralelo
	Atividade
	Subprocesso
	Objeto de dados/Documento
	Anotação/Informações adicionais
	Associação
	Fluxo de mensagem
	Fluxo de sequência

Fonte: A Autora (2023).

A linguagem BPMN para desenho de fluxos é muito utilizada por apresentar vantagens como robustez e versatilidade para a modelagem de diferentes situações de processos (ABPMP Brasil, 2013). Além disso, a BPMN já é adotada pela UFRPE no gerenciamento de processos, em consonância com a Política de Gestão de Processos, estabelecida pela Resolução CONSU nº 054, de 04 de novembro de 2020 (UFRPE, 2020c).

4.5. Análise quantitativa dos bens de informática do patrimônio da UFRPE

A partir dos registros oficiais da instituição, disponibilizados pela PROAD, foi levantado o quantitativo dos equipamentos de informática adquiridos e tombados ao longo do período de 10 anos, possibilitando identificar o potencial de geração de REEE da instituição

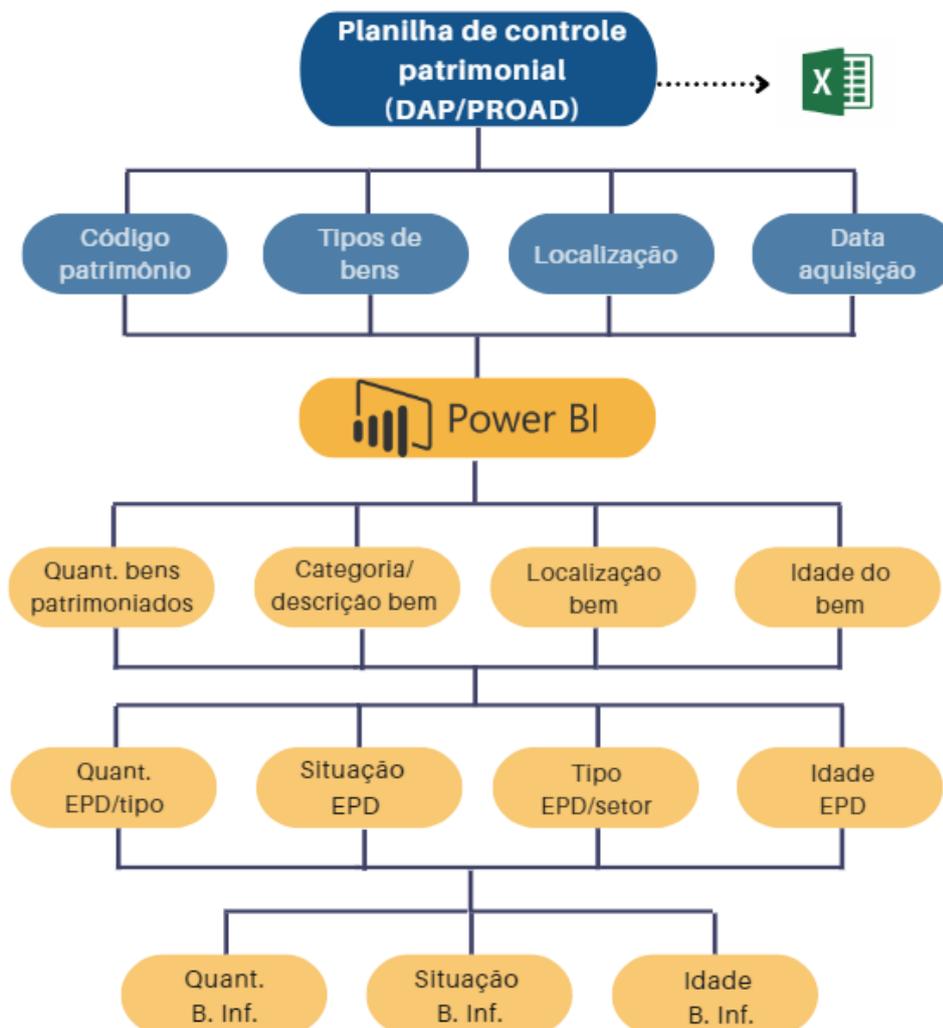
nesse período. Os dados levantados nesta etapa foram tratados e analisados por meio do software Excel e do sistema Power BI, versão gratuita para desktop, ambos da Microsoft.

O Power BI consiste em um sistema da Microsoft baseado em *Business Intelligence* (Inteligência de negócios, em português) e Inteligência Artificial, utilizado para o tratamento de dados provenientes de base de dados robustas, transformando informações complexas e não relacionadas em informações claras, de fácil visualização e interativas, por meio da criação de relatórios (Microsoft, 2021).

Dessa forma, a escolha do Power BI para o tratamento dos dados se deu por ser um facilitador no processo de tomada de decisão e adoção de uma gestão estratégica, além de já ser utilizado em alguns setores da UFRPE, como pela Gerência de Contabilidade e Finanças, vinculada à PROAD, no acompanhamento do orçamento da instituição (Bento, 2021), e pela PROPLAN no acompanhamento e monitoramento dos objetivos e metas do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) (UFRPE, 2021a).

Assim, a partir da planilha de controle patrimonial, integrante do sistema oficial de controle patrimonial, disponibilizada pela DAP/PROAD, foram tratados, por meio do Power BI (Figura 11), dados secundários, como: tipos de bens (classificação contábil), localização e data de aquisição.

Figura 11 - Processo de tratamento de dados utilizando Power BI



- (1) EPD: Equipamentos de processamento de dados
 (2) BInf.: Bens de informática

Fonte: A autora (2023).

Por meio desses dados, foi identificado o quantitativo de Equipamentos de Processamento de Dados (EPD) patrimonizados no período de 10 anos e os tipos de EPD existentes por setor da instituição. Considerando que computadores, monitores e notebooks são classificados, conforme Manual do Patrimônio da UFRPE, como bens de informática, esses itens foram agrupados e diferenciados dos outros EPD. A partir disso, foi determinado o quantitativo de bens de informática.

Com base no ano de entrada na carga patrimonial (data de aquisição) e no ano em que os dados foram disponibilizados (2021), determinou-se a idade dos bens de informática (Equação 1). Ressalta-se que não foi possível identificar a vida útil dos bens de informática a partir dos dados do sistema, devido à falta de registros sobre a data de baixa dos bens.

Equação 1:

$$\text{Idade do bem} = 2021 - \text{ano de aquisição}$$

A partir dos dados de localização dos bens, foi realizada uma análise do quantitativo de bens com base na situação do equipamento, assumindo-se que aqueles que possuem registro de localização no depósito do patrimônio são considerados inservíveis (descartados pelos usuários) e aqueles localizados nas diversas unidades organizacionais da instituição encontram-se em uso.

Esses procedimentos tiveram como foco obter informações sobre a realidade dos bens de informática da instituição, de forma a servir de base para a tomada de decisão dos agentes envolvidos na gestão patrimonial e de resíduos sólidos da instituição, contribuindo para a adoção de práticas mais sustentáveis.

Por fim, a partir da planilha do banco de dados do Sistema de Controle Patrimonial, foi elaborada uma proposta de painel dinâmico do Power BI para utilização pela instituição para auxiliar na gestão patrimonial, de forma a facilitar o controle e o registro das informações sobre os bens.

4.6. Levantamento das práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da UFRPE

Nesta etapa, foram identificadas as práticas de gestão de REEE adotadas pela UFRPE, especificamente os bens de informática, considerando uma visão da gestão voltada a todo o ciclo de vida dos equipamentos na instituição. Assim, esta etapa compreendeu duas fases de identificação: de aspectos relativos à utilização dos bens de informática; e de práticas de gestão de REEE.

4.6.1. Identificação de aspectos relativos à utilização dos bens de informática

A primeira fase consistiu na investigação de aspectos do ciclo de vida dos bens de informática na instituição, especificamente os relacionados à etapa de uso dos equipamentos, com foco na identificação da idade média, da percepção do usuário com relação à obsolescência e na caracterização do estado dos bens de informática.

Devido ao grande porte da área de estudo e ao elevado quantitativo de bens de informática existente, foi adotada uma delimitação de setores alvo para realização de visitas técnicas, considerando o zoneamento do *campus* Dois Irmãos, a distribuição da infraestrutura de acordo com as atividades desenvolvidas e o quantitativo de bens de informática em uso.

Dessa forma, adotou-se os laboratórios de informática utilizados para ensino e pesquisa como setores alvo, pois esses locais estão distribuídos entre as 5 zonas ativas do *campus* Dois Irmãos e tendem a possuir parques computacionais maiores. Assim, foram visitados 9 edifícios (Quadro 7) no período de junho de 2022 a maio de 2023, totalizando 16 laboratórios.

Quadro 7 - Relação de edifícios e laboratórios visitados de acordo com o zoneamento territorial da área de estudo

Zona	Edifício	n. laboratórios	Data visita
1	Centro de Ensino de Graduação em Exatas e da Natureza (CEGEN)	1	08/07/2022
	Edifício Prof. Tarcísio Eurico Travassos – Departamento de Biologia (DB)	1	26/07/2022
2	Departamento de Medicina Veterinária (DMV)	1	24/04/2023
3	Departamento de Educação (DE)	1	08/07/2022
4	Edifício Rildo Sartori Barbosa Coelho (CEAGRI I)	6	14/06/2022
	Edifício Vasconcelos Sobrinho (CEAGRI II)	3	09/06/2022
	Edf. Antônio Coelho - Departamento de Tecnologia Rural (DTR)	1	30/06/2022
	Departamento de Pesca (DEPAQ)	1	03/05/2023
5	Departamento de Zootecnia (DZ)	1	22/07/2022

Fonte: A autora (2023).

Durante as visitas aos laboratórios, foi realizado o levantamento de dados quali-quantitativos, por meio da aplicação de formulário (Apêndice C) e da verificação visual dos equipamentos existentes. Para fins de tratamento de dados, foi adotada uma codificação (Apêndice D) para identificar e diferenciar os laboratórios.

Por meio do formulário aplicado aos servidores responsáveis pelos laboratórios, foram identificados aspectos sobre a percepção com relação a obsolescência dos equipamentos (motivos para o descarte), a existência de controles internos e de práticas de manutenção dos computadores, além dos procedimentos adotados quando os equipamentos apresentam problemas e são considerados inservíveis.

Dentre as informações obtidas por verificação visual, foi identificado o total de computadores em cada laboratório, a tipologia dos computadores (Desktop, All in One, Notebooks ou outros), o ano de registro de entrada (conforme etiqueta de tombo), a quantidade de computadores em determinado estado (classificação para os equipamentos inservíveis, conforme Decreto 9.373/2018 (Brasil, 2018a): ocioso, recuperável, irrecuperável ou antieconômico; e a classificação de “bom”, para os computadores em um uso). Além disso, identificou-se a distribuição de computadores em uso e inservíveis por zona, de forma que seja possível estimar o potencial de geração de resíduos em cada uma.

Por fim, a idade média dos computadores dos laboratórios, em uso e inservíveis, foi determinada considerando a data de entrada do computador na carga patrimonial (etiquetas de identificação) e a data de coleta de dados (2022 ou 2023), conforme Equação 2 e Equação 3:

Equação 2

$$\text{Idade média do equipamento} = \frac{\sum \text{idade equipamento}}{\text{total equipamentos}}$$

Equação 3

$$\text{Idade do equipamento} = \text{ano coleta de dados} - \text{ano entrada no patrimônio}$$

Ressalta-se que não foi possível identificar a vida útil dos equipamentos, pois parte dos computadores existentes ainda estava em uso e não foi possível determinar a data exata de obsolescência dos computadores inservíveis, uma vez que, com a paralisação das atividades devido à pandemia, os laboratórios ficaram fechados de 2020 a 2022 e os computadores poderiam ter apresentado problemas durante esse intervalo, além de não haver registros sobre ocorrências antes desse período.

4.6.2. Identificação das práticas de gestão de REEE

Nesta fase, foram identificados os aspectos gerais relacionados às práticas de gestão de REEE junto aos setores que atuam direta ou indiretamente nesta temática, identificados na etapa de caracterização da área de estudo. Para isso, realizou-se entrevistas no período de maio de 2022 a abril de 2023, utilizando roteiro semiestruturado (Apêndice E), elaborado com base em Sadalla (2019), com foco na investigação de aspectos relacionados a (1) instrumentos de gestão ambiental; (2) ciclo de vida dos REEE na instituição; e (3) práticas de gerenciamento de REEE.

Além disso, foi realizada uma visita (maio de 2022) ao depósito de bens inservíveis da instituição, para verificação visual do volume de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos acumulado e também da infraestrutura existente, com foco na identificação de processos específicos implementados para o armazenamento temporário dos bens inservíveis e destinação final.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Evolução da temática de gestão de REEE em Instituições de Ensino Superior no mundo

Inicialmente, na etapa de identificação, foram encontrados 110 documentos, aos quais foram aplicados critérios de exclusão na etapa de seleção, resultando em 76 publicações. Após leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, na etapa de elegibilidade, obteve-se 36 artigos, os quais foram lidos na íntegra para seleção somente daqueles dentro do eixo temático da pesquisa, resultando numa amostra final de 26 artigos científicos, abordavam a temática dos REEE em instituições de ensino superior no mundo.

Ao analisar a evolução das publicações sobre o eixo temático (Figura 12) na base *Scopus*, foi possível identificar pesquisas entre o período de 2009 e 2022, com uma média de aproximadamente 2 publicações por ano. Nota-se que o número de publicações sobre o tema não é elevado. No entanto, foi possível observar uma notória tendência de aumento da produção científica ao longo do tempo, com uma taxa de crescimento anual de 13,18%.

Figura 12 - Publicações sobre gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior no período de 2009 a 2022



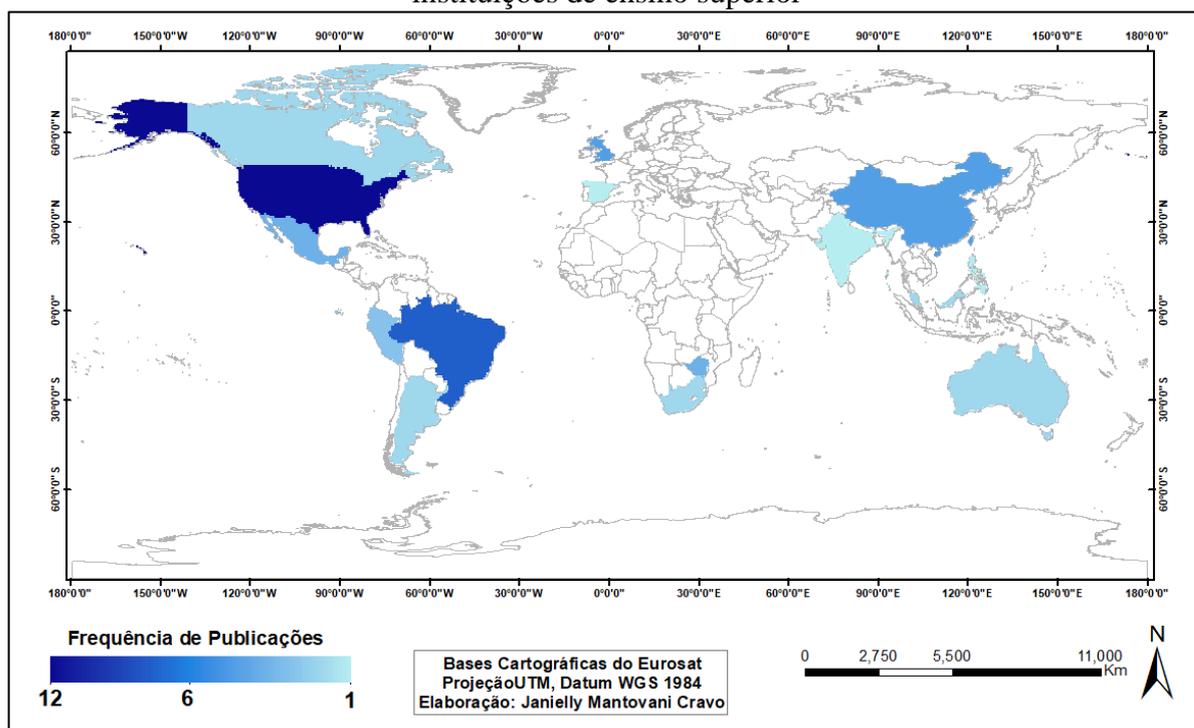
Fonte: A Autora (2023).

Considerando o período analisado, a pesquisa mais antiga identificada sobre a gestão de REEE em instituições de ensino superior data de 2009 e abordou um estudo (Babbitt *et al.*, 2009) sobre a evolução da vida útil dos computadores numa universidade dos Estados Unidos. Nos anos de 2010, 2012, 2014 e 2016 não houve publicações, enquanto o maior quantitativo ocorreu em 2021 e 2022, correspondendo a 42,3% da produção científica ao longo do período analisado.

Com a situação pandêmica causada pelo COVID-19, no início de 2020, as instituições foram forçadas a adotar tecnologias de informação e comunicação (TIC) para manutenção das atividades de forma remota, causando o aumento do consumo de equipamentos eletroeletrônicos (Maphosa, 2021a; Xavier; Contador, 2021). Isso pode ter acendido um alerta para a comunidade científica quanto à investigação do impacto do crescimento do consumo de EEE e consequente geração de REEE, o que provavelmente pode justificar o aumento no número de publicações sobre o tema a partir de 2021.

No que tange à abrangência geográfica (Figura 13), as produções científicas englobaram 5 continentes e 16 países, totalizando 42 instituições e a participação de 86 autores. A América do Norte apresentou a maior contribuição (20,9%), enquanto a América do Sul representou 18,6%, a Ásia 10,5%, a Europa 7% e a África também 7%.

Figura 13 - Distribuição geográfica da produção científica sobre gestão de REEE em instituições de ensino superior



Fonte: A Autora (2023).

Dentre os 16 países, os maiores contribuintes para o avanço das pesquisas sobre a gestão de REEE em IES foram os Estados Unidos e o Brasil, com 14,0% e 9,3% de participação nas publicações, respectivamente. Em seguida, destacaram-se China e Reino Unido com 5,8%, e México e Malásia com 4,7% das contribuições (Tabela 2). Dentre as instituições, a Universidade do Estado do Arizona (EUA) apresentou a maior participação nas publicações (6), seguida pela Universidade de Southhampton (EUA) (4), a Universidade de Lupane (Zimbábue) (3), a Universidade de Xingtai (China) (3) e a Universidade Federal de Itajubá (Brasil) (2).

Tabela 2 - Distribuição da produção científica sobre gestão de REEE em IES por região geográfica

Continentes	País	Contribuições por autores	Contribuição (%)
América do Norte	EUA	12	14,0%
	Canadá	2	2,3%
	México	4	4,7%
América do Sul	Brasil	8	9,3%
	Equador	3	3,5%
	Peru	3	3,5%
	Argentina	2	2,3%
Oceania	Austrália	2	2,3%
Europa	Reino Unido	5	5,8%
	Espanha	1	1,2%
Ásia	China	5	5,8%
	Índia	1	1,2%
	Filipinas	1	1,2%
	Malásia	2	2,3%
África	África do Sul	2	2,3%
	Zimbábue	4	4,7%

Fonte: A Autora (2023).

Com relação às fontes das publicações, foram identificados 19 periódicos, sendo que 42,3% dos artigos estão concentrados em cinco destes. A revista *Waste Management* foi a mais utilizada pelos autores, com 3 artigos, representando 11,5% das publicações analisadas, seguida das revistas *Environmental Science and Technology*, *Journal of Cleaner Production*, *Resources, Conservation and Recycling* e *Sustainability*, com 2 artigos cada. As cinco revistas abarcam a temática de resíduos sólidos em seu escopo, além de possuírem elevado conceito no que tange às métricas de impacto (Quadro 8).

Quadro 8 - Classificação dos periódicos para Qualis 2017-2020 para as áreas Engenharias I e Ciências Ambientais e Fator de Impacto (JCR) 2022

Periódico	Publicações	Classificação Qualis/CAPES (2017-2020)		Fator de Impacto (JCR) 2022
		Engenharias I	Ciências ambientais	
Waste Management	3	A1	A1	8,1
Environmental Science And Technology	2	A1	A1	11,4
Journal Of Cleaner Production	2	A1	A1	11,1
Resources, Conservation And Recycling	2	A1	A1	13,2
Sustainability (Switzerland)	2	A2	A2	3,9
Systemic Practice And Action Research	2	-	-	1,2
Engenharia Sanitária E Ambiental	1	A4	A4	0,5
Environment And Natural Resources Journal	1	-	-	-
Environment, Development And Sustainability	1	A2	A2	4,9
European Business Review	1	-	-	4,2
Ieee Latin America Transactions	1	-	-	1,3
International Journal Of Engineering And Advanced Technology	1	-	-	-
International Journal Of Recent Technology and Engineering	1	-	-	-
Journal Of Higher Education Theory and Practice	1	-	-	-
Journal Of Information Policy	1	-	-	0,9
Journal Of Theoretical And Applied Information Technology	1	-	-	-
Revista De Ciencias Sociales	1	-	-	0,01
Revista Internacional De Contaminación Ambiental	1	B2	B2	0,6
Risti - Revista Ibérica De Sistemas E Tecnologias De Informação	1	A4	-	-

Fonte: A Autora (2023).

Para identificação da relevância dos periódicos foram avaliadas as métricas relativas ao Qualis/CAPES (em nível nacional) e ao Fator de Impacto (FI) (em nível internacional). Considerando as cinco principais revistas, tanto para a área de Engenharias I como de Ciências Ambientais, no quadriênio 2017-2020, todas receberam avaliação alta, sendo as quatro primeiras A1 e a revista *Sustainability* A2. Esses dados demonstram que a temática estudada é relevante tanto para a área de Engenharias I como de Ciências Ambientais.

Dos 19 periódicos, 10 não receberam avaliações para nenhuma das áreas, correspondendo a 42,3% das pesquisas encontradas. Cabe ressaltar que das 10 revistas sem Qualis, 9 apresentaram somente um artigo sobre a temática, o que indica que esses periódicos são pouco utilizados pelos autores. Por outro lado, 9 revistas receberam avaliação em pelo menos uma das áreas, com classificações entre A1 e B2, correspondendo a 57,7% das publicações analisadas. Dessa forma, no cenário nacional, 47,4% dos periódicos possuem relevância acadêmica, indicando a qualidade de mais de 50% dos artigos selecionados.

Com relação ao Fator de Impacto (2022), foi observada uma variação entre 13,2 (*Resources, Conservation and Recycling*) e 0,01 (*Revista de Ciencias Sociales*). Os periódicos com maior fator de impacto foram, respectivamente, *Resources, Conservation and Recycling*, *Waste Management*, *Environmental Science and Technology* e *Journal of Cleaner Production* correspondendo a 34,6% das publicações.

Do total de revistas, 31,6% apresentaram FI maior do que 4,2 e 36,8% ficaram abaixo desse valor. Além disso, não foi possível identificar o FI de 6 periódicos, dos quais apenas um (RISTI) recebeu alguma classificação quanto ao Qualis, sendo B1 no quadriênio 2013-2016 para Ciências Ambientais e A4 para 2017-2020 em Engenharias I. Observa-se também que apesar da classificação quanto ao Qualis para a revista *Sustainability* ter sido alta (A2), o fator de impacto (3,9) não foi tão elevado quando comparado às 4 principais revistas. A partir disso, pode-se inferir que os critérios para análise da relevância dos periódicos a nível nacional e internacional se diferenciam e, apesar da relevância nacional, no âmbito internacional um periódico pode possuir menor destaque.

De modo geral, considerando tanto as avaliações do Qualis como do Fator de Impacto, pode-se afirmar que parte significativa das pesquisas analisadas apresentou boa qualidade, por comporem o conteúdo de periódicos de alta relevância, sendo submetidas a processos minuciosos de avaliação no âmbito nacional e internacional.

No que tange a análise textual, foi possível identificar a frequência de palavras-chave, sendo coletados 240 termos para compor a nuvem de palavras (Figura 14). Considerando que os itens que se encontram na área central e possuem maior tamanho apresentam a maior

frequência, as palavras *recycling* (19), *electronic waste* (18) e *waste management* (18) (em português, respectivamente, reciclagem, resíduo eletrônico e gestão de resíduos) foram identificadas como as que tiveram mais repetições, estando diretamente relacionadas à temática principal da pesquisa.

Figura 14 - Nuvem de palavras



Fonte: A Autora (2023).

Foi possível identificar termos secundários que estão relacionados à temática da pesquisa como *waste disposal* (disposição de resíduos), *electronic equipment* (equipamento eletrônico), *electrical and electronic equipment* (equipamento eletroeletrônico), *higher education* (educação superior), *landfill* (aterro), *universities* (universidades) e *mining* (mineração). Dessa forma, a partir da análise dos termos aplicados na busca e aqueles encontrados na nuvem de palavras, pode-se dizer que as pesquisas encontradas abordaram a gestão de REEE em instituições de ensino superior com foco nas práticas de reciclagem, de destinação final e de mineração urbana.

Por meio da análise de conteúdo dos 26 artigos obtidos ao final da aplicação da metodologia PRISMA, verificou-se que as principais abordagens temáticas estão divididas em 3 categorias (Quadro 9): práticas de gestão de REEE (50,0%), conscientização ambiental (34,6%) e mineração urbana (15,4%).

Quadro 9 - Categorização de artigos de acordo com abordagem temática sobre REEE em IES

Categoria	Temáticas	Quantidade de artigos
Práticas de gestão de REEE	Universidades - Geração de REEE; Práticas de gerenciamento de REEE; Reciclagem de REEE	13
Conscientização ambiental	Estudantes universitários - população universitária - Conhecimento sobre REEE; Comportamento de consumo de EEE; Comportamento de descarte de REEE	9
Mineração urbana	Universidades - Mina urbana; Recuperação de metais provenientes de REEE	4

Fonte: A autora (2023).

Como identificado por Andrade, Romanelli e Pereira-Filho (2019), um dos focos de pesquisas na área de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos tem sido a recuperação de metais valiosos. Nesse contexto, enquadram-se os estudos voltados à prática da mineração urbana, por meio da exploração do potencial econômico dos materiais que compõem os equipamentos que seriam descartados pela população de determinado local.

Como grandes geradoras de REEE, as instituições de ensino superior podem apresentar grande potencial de recuperação de materiais, sendo caracterizadas como minas urbanas distintas (do inglês, *Distinct Urban Mine – DUM*), conceito apresentado por Ongondo, Williams e Whitlock (2015). Os autores defendem que nem todas as minas urbanas podem ser consideradas uniformes, mas se assemelham a minas tradicionais, que são únicas, diferenciando-se de acordo com o tipo de material e tamanho da reserva, por exemplo, ocorrendo o mesmo para minas antropogênicas. Ainda, consideram as universidades como típicas DUM por se apresentarem como espaços populosos com grande concentração de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Dessa forma, seguindo o conceito discutido por Ongondo, Williams e Whitlock (2015), outros estudos foram realizados para identificar o potencial de exploração de materiais secundários em instituições de ensino superior. Pierron *et al.* (2017) identificaram que na Universidade de Southampton havia 189 toneladas de materiais ferrosos e não ferrosos provenientes de pequenos eletrodomésticos descartados ou estocados pela população universitária que poderiam ser explorados, o que equivaleria, quando extrapolado para todas as instituições de ensino superior do Reino Unido, a uma reserva no valor de 11 milhões de dólares.

No mesmo sentido, D'Almeida *et al.* (2021) investigaram o potencial econômico da recuperação de metais valiosos a partir do resíduo gerado pela população de estudantes universitários do Rio de Janeiro e suas famílias, com base no comportamento de consumo e destinação dos REEE. Os autores identificaram que o grupo estudado armazena grande quantidade de equipamentos eletrônicos fora de uso, principalmente celulares, em suas residências, correspondendo a um estoque cujo valor estimado poderia chegar a 67,45 milhões de dólares.

Shittu, Williams e Shaw (2022), para além do aproveitamento de materiais secundários, realizaram um estudo sobre a magnitude do estoque reutilizável de EEE com base numa DUM de universidades do Reino Unido, a fim de reinserção na economia circular, identificando mais de 17 milhões de dispositivos que equivaliam a um potencial econômico de mais de 500 milhões de libras.

Os estudos evidenciaram, portanto, o grande potencial das universidades como fontes para a Mineração Urbana. Para que isso seja possível, Pierron *et al.* (2017) enfatizam a importância de estabelecer sistemas de coleta que considerem os hábitos de consumo e descarte dos usuários, a fim de compreender o comportamento dos estoques das DUM a serem explorados.

Identificou-se que, entre 2013 e 2022, foram realizados diversos estudos em diferentes países sobre o nível de conscientização da comunidade universitária sobre a problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, por meio da aplicação de questionários à população acadêmica de instituições do México e Espanha (Cruz-Sotelo *et al.*, 2013), Índia (Singhal *et al.*, 2019), Malásia (Tukimin; Anwar; Latif, 2019), Peru (Cruz *et al.*, 2019), EUA (Arain *et al.*, 2020), Zimbábue (Maphosa, 2021b; Maphosa *et al.*, 2022), Austrália (Islam; Dias; Huda, 2020) e China (Li *et al.*, 2022), evidenciando a influência do conhecimento sobre o tema e dos hábitos de consumo sobre as práticas de destinação de REEE.

Cruz-Sotelo *et al.* (2013) realizaram um estudo buscando comparar o conhecimento ambiental, os hábitos de consumo e as formas de disposição de telefones celulares fora de uso de estudantes de duas universidades localizadas no México e na Espanha. Os autores concluíram que, apesar da diferença geográfica, as práticas e hábitos de consumo dos estudantes eram semelhantes, sendo o armazenamento dos aparelhos em desuso nas próprias residências a prática mais adotada pelos universitários. A mesma prática predominou em boa parte dos estudos analisados (Tukimin; Anwar; Latif, 2019; Arain *et al.*, 2020; Islam; Dias; Huda, 2020; Li *et al.*, 2022; Maphosa *et al.*, 2022), o que pode estar relacionado à falta de conhecimento sobre outras alternativas mais adequadas de destinação desses resíduos.

Nos estudos de Singhal *et al.* (2019), Tukimin, Anwar e Latif (2019), Arain *et al.* (2020) e Maphosa (2021b) foi identificado baixo conhecimento sobre o que são resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e suas formas corretas de destinação. Já Islam, Dias e Huda (2020) e Li *et al.* (2022) constataram que apesar de a maioria dos respondentes possuírem conhecimentos básicos sobre REEE, grande parte desconhecia a existência de alternativas de destinação adequada desses resíduos, como pontos de coleta e práticas de reciclagem.

Conforme identificado por Arain *et al.* (2020), as decisões do consumidor quanto à destinação dos REEE podem ser influenciadas por fatores como a falta de conhecimento sobre os produtos, sobre os locais de descarte e sobre a existência de estabelecimentos de reciclagem a uma distância razoável.

Diante da realidade observada nos estudos, é perceptível que a conscientização ambiental dos consumidores é muito importante para a eficiência da gestão de REEE, uma vez que são atores com papel essencial ao longo do ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos, sendo responsáveis pela destinação adequada dos resíduos, conforme preconiza o princípio da responsabilidade compartilhada.

Em consonância com o objetivo da presente pesquisa, a maioria dos artigos abordou a gestão de REEE adotadas por instituições de ensino superior de diversos países, como Estados Unidos (Babbitt *et al.*, 2009; Babbitt; Williams; Kanhat, 2011), Brasil (Panizzon; Reichert; Schneider, 2017; Paes *et al.*, 2017; Alves; Farina, 2018; Alves *et al.*, 2021), Argentina (Musso *et al.*, 2013), Malásia (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015), Zimbábue (Maphosa, 2021a), México (Saldaña-Duran; Messina-Fernández, 2021), Canadá (Leclerc; Badami, 2022) e Filipinas (Dayaday; Galleto, 2022), evidenciando que a preocupação com o impacto das atividades das IES atreladas ao consumo de EEE vem chamando a atenção de pesquisadores em todo o mundo.

5.2. Práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em Instituições de Ensino Superior internacionais e nacionais

No que tange às principais práticas de gestão de REEE que vêm sendo adotadas pelas instituições de ensino no mundo, diversos estudos (Babbitt *et al.*, 2009; Babbitt; Williams; Kanhat, 2011; Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Panizzon; Reichert; Schneider, 2017; Maphosa, 2021a; Dayaday; Galleto, 2022) identificaram o fluxo de geração de REEE, a vida útil dos equipamentos das instituições e as formas de destinação final adotadas. Outros se concentraram na apresentação e análise de iniciativas adotadas pelas instituições, como a

realização de campanhas pontuais de coleta de REEE (Musso *et al.*, 2013; Alves *et al.*, 2021) e a existência de sistemas/programas de gestão bem estruturados que englobam o acondicionamento, o reuso e a reciclagem de equipamentos (Alves; Farina, 2018; Saldaña-Duran; Messina-Fernández, 2021; Leclerc; Badami, 2022).

No contexto internacional (Quadro 10), foram identificadas as principais iniciativas de ações e projetos realizados pelas IES, assim como as principais destinações dadas aos REEE.

Quadro 10 - Práticas de gestão de REEE em IES internacionais

Autor/Ano	IES (País)	Práticas de gestão de REEE	
		Ações/projetos	Principais destinações
Babbitt <i>et al.</i> (2009); Babbitt; Williams; Kanhat (2011)	Arizona State University (Estados Unidos)	N.A.	- Venda, por meio de leilão público, para indivíduos (para reuso) e pequenas empresas (para acondicionamento dos equipamentos ou venda dos materiais componentes).
Musso <i>et al.</i> (2013)	Universidade de Córdoba (Argentina)	- <i>Programa de Reciclado de Computadoras (PRC)</i> : Programa de reciclagem/acondicionamento de equipamentos de informática. - <i>Semana del Residuo Informático - SRI</i> : Campanha de coleta de REEE	- Armazenamento ou acúmulo em depósitos; - Recuperação e doação, por meio do programa PRC; - Recuperação e reciclagem dos materiais.
Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015)	University of Malaya (UM); University Putra Malaysia (Upm); HELP University College (HUC); Mahsa University; SEFi University; Universiti Kuala Lumpur (UniKL); Universiti Tun Abdul Razak (UniRAZAK) (Malásia)	N. A.	- Armazenamento ou acúmulo em depósito; - Venda para recicladores; - Doação; - Logística reversa (retorno aos fornecedores); - Reciclagem no campus; - Disposição no lixo comum.

(continua)

Quadro 10 - Práticas de gestão de REEE em IES internacionais (continuação)

Autor/Ano	IES (País)	Práticas de gestão de REEE	
		Ações/projetos	Principais destinações
Saldaña-Durán; Messina-Fernández (2021)	Universidad Autónoma de Nayarit (México)	- Programa de coleta e reciclagem de REEE.	- Recuperação e reutilização de peças e componentes; - Separação e venda de materiais para reciclagem.
Maphosa (2021a)	17 universidades públicas e privadas (Zimbábue)	N.A.	- Armazenamento/acúmulo em depósitos; - Disposição em aterros e/ou lixões; - Leilão; - Envio para reciclagem.
Leclerc; Badami (2022)	McGill University (Canadá)	- Projeto de gestão de materiais de TI com base nos princípios da economia circular.	- Envio para reciclagem; - Reuso entre setores internos; - Doação para organização sem fins lucrativos com cunho social e atuante na remanufatura de equipamentos usados.
Dayaday; Galleto (2022)	13 universidades (4 públicas e 9 privadas) da região de Centro-Sul Mindanao (Filipinas)	- Atividades voluntárias; - Eventos/campanhas de coleta e reciclagem de REEE.	- Armazenamento/acúmulo em depósitos; - Doação para outras instituições (agências, escritórios, escolas); - Venda como artigo de segunda mão para centros de reciclagem; - Retirada de peças de reposição; - Disposição em aterros sanitários.

N.A.: não se aplica.

Fonte: A Autora (2023).

Babbitt *et al.* (2009) e Babbitt, Williams e Kahhat (2011) investigaram aspectos da gestão de REEE na Universidade do Estado do Arizona (ASU, em inglês), nos Estados Unidos. Babbitt *et al.* (2009) identificaram uma relação inversamente proporcional entre o crescimento do estoque de computadores e a vida útil dos equipamentos, a qual apresentou uma tendência à diminuição ao longo do tempo, sendo influenciada principalmente pelas práticas de uso e conservação desses bens. Para os autores, a evolução da vida útil dos computadores é uma importante variável que pode influenciar diretamente na gestão dos REEE das instituições de ensino de ensino superior, pois pode direcionar o estabelecimento de estratégias e políticas específicas.

Já Babbitt, Williams e Kahhat (2011) analisaram as práticas de destinação dos computadores e monitores adotadas pela ASU, identificando que, de modo geral, esses equipamentos, ao final da vida útil, eram vendidos por meio de leilão público para pequenas empresas, que atuavam no condicionamento ou na recuperação de materiais recicláveis, e para indivíduos como equipamentos de segunda-mão, para serem reutilizados. Os autores compararam as práticas adotadas pela Universidade do Arizona com outras universidades dos EUA, identificando que a venda por leilão também era a principal destinação dos eletrônicos em fim de vida das outras instituições do país. No entanto, foi observada uma tendência de aumento de formação de parcerias entre as universidades e empresas recicladoras, representando o crescente esforço das instituições na busca de alternativas mais sustentáveis para gerir seus REEE.

Musso *et al.* (2013) apresentaram a experiência da Universidade de Córdoba, na Argentina, que possui, desde 2001, um programa de extensão que atua no condicionamento e doação dos computadores fora de uso, promovendo a inclusão digital. Os autores relataram a realização de uma campanha pioneira de coleta de REEE na província, em que foram recebidos equipamentos de particulares, de empresas e também de propriedade da Universidade, sendo que a maior quantidade teve origem da instituição e idade variando entre 10 e 20 anos, evidenciando que a prática de armazenamento dos equipamentos fora de uso como destinação final é comum. Por outro lado, a campanha permitiu dar uma destinação mais adequada aos resíduos coletados, a partir do envio dos equipamentos, quando passíveis de recuperação, para condicionamento pelo programa.

Agamuthu, Kasapo e Nordin (2015), Maphosa (2021a) e Dayaday e Galletto (2022) investigaram as práticas de gestão de REEE de instituições de ensino superior da Malásia, do Zimbábue e das Filipinas, respectivamente. No que tange às destinações dadas aos equipamentos eletroeletrônicos no final da vida útil, foram identificadas algumas semelhanças entre as instituições. Nos três estudos observou-se que uma das práticas mais adotadas pelas IES é o armazenamento/acúmulo dos equipamentos fora de uso. Tanto Agamuthu, Kasapo e Nordin (2015) como Maphosa (2021a), concluíram que a maioria das instituições estudadas realizava o descarte junto aos resíduos comuns, sendo destinados inadequadamente a aterros e lixões.

As instituições da Malásia (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015) também adotavam como práticas de destinação a venda dos resíduos para recicladores ou comerciantes de eletrônicos de segunda mão e a doação para outras instituições. A reciclagem no próprio campus e o retorno dos equipamentos ao fornecedor (logística reversa) foram observados em poucas universidades.

Na pesquisa sobre as instituições do Zimbábue (Maphosa, 2021a) foram identificadas também como destinações a doação, o leilão para funcionários como equipamentos de segunda-mão e a reciclagem, sendo esta última a menos adotada.

Já Dayaday e Galletto (2022) verificaram que as instituições das Filipinas realizavam a doação para outras instituições, a venda/doação como artigo de segunda mão para centros de reciclagem (prática mais adotada), a desmontagem dos equipamentos para a retirada e aproveitamento de peças de reposição, o envio para a reciclagem e a descarte em aterros sanitários. Com relação às iniciativas para promoção do gerenciamento adequado dos REEE, como atividades voluntárias e campanhas para coleta e reciclagem, os autores concluíram que a maioria das instituições não eram engajadas nesse tipo ação, havendo iniciativas pontuais de algumas IES privadas.

Saldaña-Durán e Messina-Fernández (2021) apresentaram os resultados de uma iniciativa desenvolvida na Universidade Autônoma de Nayarit, no México, o Programa Recyclatron, que realizava periodicamente ações de coleta de REEE e a reciclagem dos resíduos coletados, a partir de oficinas com estudantes da instituição. Por meio do programa, a gestão de REEE da instituição foi institucionalizada, permitindo a destinação correta desses resíduos a partir do reaproveitamento de peças e componentes nas oficinas e a venda dos materiais recicláveis. Os autores afirmaram que, além do apoio de diversos setores da instituição, a participação dos estudantes foi um fator chave para o sucesso do programa.

Leclerc e Badami (2022) apresentaram o projeto adotado pela Universidade McGill, no Canadá, que permitiu a transição de uma gestão focada somente no gerenciamento dos resíduos em si, para uma voltada para a otimização da gestão de todo o ciclo de vida dos ativos de TI da instituição, a partir da inclusão de conceitos de economia circular nos processos, tornando-os mais sustentáveis. Antes da implantação do projeto, os REEE da instituição eram coletados pelo setor de serviços de gerenciamento de resíduos perigosos da universidade e enviados para uma recicladora local. Também existiam práticas de transferência de equipamentos para reuso feitas de forma individualizada e não estruturada entre departamentos. Com o projeto, a reutilização dos equipamentos passou a ser adotada como destinação preferível à reciclagem, e a instituição passou a enviar parte dos resíduos para uma organização sem fins lucrativos que atuava em programa de inclusão de jovens em vulnerabilidade socioeconômica a partir da remanufatura de equipamentos de TI usados.

Dentre as pesquisas brasileiras encontradas, 3 eram relativas às práticas de IES públicas e uma de particular. Foi possível identificar as práticas adotadas por essas instituições (Quadro 11), incluindo iniciativas de ações, projetos e as principais destinações dadas aos REEE.

Quadro 11 - Práticas de gestão de REEE em IES brasileiras

Autor/Ano	IES (Estado)	Práticas de gestão de REEE	
		Ações e projetos	Destinações
Panizzon; Reichert; Schneider (2017)	IES Particular (Rio Grande do Sul)	N.A.	- Acúmulo de equipamentos obsoletos
Paes <i>et al.</i> (2017)	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) (Minas Gerais)	N.A.	- Armazenamento/acúmulo no depósito; - Recuperação; - Doação para outras instituições federais; - Reciclagem de materiais; - Disposição de rejeitos em aterro sanitário.
Alves; Farina (2018)	Universidade Estadual de São Paulo (USP) (São Paulo)	- Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR)	- Armazenamento temporário; - Doação para projetos sociais quando ainda em funcionamento; - Manufatura reversa para separação dos componentes/materiais; - Destinação dos materiais recicláveis para empresas recicladoras.
Alves <i>et al.</i> (2021)	Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) (Minas Gerais)	- Campanha de coleta de REEE	- Acúmulo/armazenamento em depósito; - Destinação para recicladora.

N.A.: não se aplica.

Fonte: A Autora (2023).

Paes *et al.* (2017), ao identificar que grande parte dos REEE da UNIFEI encontrava-se acumulada no depósito, sem ter passado por nenhum processo de descarte por um longo período, buscou alternativas de destinação mais adequadas a esses resíduos. Os equipamentos recuperáveis foram transferidos para outros setores (quando havia interesse de reuso) ou doados para outra instituição federal. Foi realizada uma tentativa de leiloar os EEE considerados irrecuperáveis ou antieconômicos, mas não houve interessados, procedendo-se, portanto, à contratação de serviço ambiental para destinação final (reciclagem ou disposição em aterro sanitário).

Alves *et al.* (2021) identificaram que a UFSJ, assim como a UNIFEI, também acumulava seus REEE há um longo período, pois, devido aos altos custos de transporte, havia

um peso mínimo requerido para o recolhimento e transporte dos resíduos. Dessa forma, propuseram a realização de campanha em parceria com a prefeitura da cidade para coleta dos resíduos, visando o alcance do peso requerido e viabilizar a destinação dos resíduos para reciclagem.

Panizzon, Reichert e Schneider (2017) realizaram um levantamento do quantitativo de REEE gerado por uma universidade particular do Rio Grande do Sul. Observaram que a realidade dos REEE da instituição privada se assemelhava à de outras IES públicas, pois identificaram um elevado número de equipamentos obsoletos acumulados na instituição. Os autores relataram problemas com o banco de dados do patrimônio, apresentando limitações como a falta de atualização de dados de localização e baixa dos equipamentos, dificultando a obtenção de uma estimativa mais precisa do resíduo gerado.

Já Alves e Farina (2018) apresentaram um exemplo positivo de iniciativa de gestão de REEE em IES, o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), atuante desde 2009, da Universidade Estadual de São Paulo, considerada uma das primeiras instituições de ensino do país a implementar um sistema de descarte de REEE voltado para o reuso, a disposição adequada e a reciclagem desses resíduos. De forma geral, os equipamentos recebidos pelo CEDIR são avaliados e, quando ainda em funcionamento são doados para projetos sociais, enquanto aqueles que não funcionam passam pelo processo de manufatura reversa, por meio da desmanche e separação dos componentes/materiais para posterior destinação dos materiais recicláveis para empresas recicladoras.

Foi possível identificar as principais práticas de destinação de REEE (Quadro 12) que vem sendo adotadas pelas instituições nacionais e internacionais, com considerações, vantagens e desvantagens dessas práticas.

Quadro 12 - Tipos de destinação de REEE adotados por IES e considerações

Destinação	Considerações/Vantagens/Desvantagens
Recondicionamento/recuperação/reparo	- Aumento da vida útil dos equipamentos (Dayaday; Galleto, 2022); - Viabilidade de reparo de um equipamento deve considerar aspectos como custos, garantia, existência de capacidade técnica para realização do reparo e disponibilidade de peças para reposição (Dayaday; Galleto, 2022).
Venda/repasso para recicladores e para comerciantes de equipamentos de segunda mão	- Recursos revertidos para a instituição (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011; Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015); - Aumento da vida útil, para equipamentos que serão vendidos em segunda mão (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011); - Repasse da responsabilidade sobre os resíduos para terceiros (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011; Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015); - Falta de controle da destinação final que será dada pelos terceiros, assim como dos respectivos potenciais impactos dessa destinação (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011).

(continua)

Quadro 13 - Tipos de destinação de REEE adotados por IES e considerações (continuação)

Destinação	Considerações/Vantagens/Desvantagens
Doação	<ul style="list-style-type: none"> - Compromisso com a responsabilidade socioambiental (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015); - Promoção da inclusão digital/impacto social positivo (Musso <i>et al.</i>, 2013; Alves; Farina, 2018); - Segunda vida para os equipamentos (Alves; Farina, 2018); - Repasse da responsabilidade sobre os resíduos para terceiros (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Maphosa, 2021a).
Retorno ao fabricante (logística reversa)	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do princípio da responsabilidade estendida do produtor (EPR, em inglês) (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015); - Disposição adequada e sem custos para a instituição (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015).
Armazenamento/ Acúmulo em depósitos	<ul style="list-style-type: none"> - Obsolescência dos equipamentos (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011; Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Alves <i>et al.</i>, 2019); - Redução do potencial de reuso dos equipamentos (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011); - Formação de passivo ambiental (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Alves <i>et al.</i>, 2019); - Perdas econômicas (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011; Alves <i>et al.</i>, 2019).
Disposição junto aos resíduos comuns	<ul style="list-style-type: none"> - Prática inadequada, devido ao risco de contaminação ambiental (Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Maphosa, 2021a).
Manufatura reversa/separação de materiais para reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> - Garantia de máximo aproveitamento dos materiais e componentes para reciclagem (Alves; Farina, 2018).
Reaproveitamento de peças e componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de impactos negativos da disposição inadequada dos resíduos (Saldaña-Durán; Messina-Fernández, 2021).
Envio para reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de impactos negativos da disposição inadequada dos resíduos (Saldaña-Durán; Messina-Fernández, 2021, Leclerc; Badami, 2022);
Leilão	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos revertidos para a instituição (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011); - Dependência de interesse de empresas (Paes <i>et al.</i>, 2017);
Reuso/Reutilização	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da vida útil dos equipamentos (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011); Leclerc; Badami, 2022); - Falta de controle da destinação final que será dada pelos terceiros, assim como dos respectivos potenciais impactos dessa destinação (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011); - Necessidade de atendimento a critérios de qualidade, segurança e funcionalidade para reduzir riscos (Leclerc; Badami, 2022).

Fonte: A Autora (2023).

Dessa forma, com base nas considerações dos autores, as práticas mais adequadas são aquelas que permitem o aumento da vida útil dos equipamentos (doação, reuso, reparo, remanufatura, reaproveitamento de peças e componentes) e o máximo aproveitamento dos materiais (manufatura reversa, logística reversa e reciclagem), além de apresentarem impactos socioambientais positivos, em consonância com os princípios da Economia Circular, como preconizam Baldé *et al.* (2017). O acúmulo em depósitos e a disposição final junto aos resíduos comuns em aterros e lixões são consideradas as piores práticas, pois, além de perdas econômicas, podem causar contaminação ambiental.

Alguns autores (Babbitt; Williams; Kahhat, 2011; Agamuthu; Kasapo; Nordin, 2015; Maphosa, 2021a) relataram que, apesar de a doação e o reuso/reutilização terem impactos econômicos e socioambientais positivos, podem caracterizar o repasse do problema e da responsabilidade sobre os resíduos para terceiros, o que pode ser mitigado por meio da adoção e controle de critérios de qualidade, segurança e funcionalidade quando da avaliação dos equipamentos (Leclerc; Badami, 2022), repassando somente aqueles em boas condições de uso.

Babbitt, Williams e Kahhat (2011) afirmam que o armazenamento prolongado dos equipamentos pode reduzir o potencial de reuso. Na mesma linha, Shittu, Williams e Shaw (2022) defendem que os equipamentos não devem ser estocados por períodos longos para que a reutilização seja preferível à reciclagem, uma vez que há uma tendência à obsolescência técnica naqueles mais antigos.

De modo geral, foi possível observar diferenças entre o nível de maturidade e adequação da gestão de REEE entre as instituições. Algumas IES apresentaram práticas pouco sustentáveis, como o acúmulo em depósitos e a disposição final junto aos resíduos comuns, como observado nas universidades do Zimbábue estudadas por Maphosa (2021a). Por outro lado, foram identificadas instituições que possuem projetos eficientes para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, incluindo princípios da Economia Circular e práticas de reciclagem e reutilização de equipamentos, como observado na Universidade McGill, no Canadá (Leclerc; Badami, 2022) e na Universidade Estadual de São Paulo, no Brasil (Alves; Farina, 2018). Essas diferenças entre as práticas de gestão de REEE entre as IES também foi observada na pesquisa desenvolvida por Sadalla (2019), que concluiu que uma das causas seria a existência ou não de regulações específicas.

Foi possível identificar os principais desafios e barreiras (Quadro 13) enfrentados pelas IES para gerir adequadamente seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Quadro 14 – Desafios e barreiras para gestão de REEE em IES

Desafios e barreiras	Autores
Falta de conhecimento/conscientização sobre REEE, responsabilidades e práticas de destinação adequadas.	Agamuthu; Kasapo; Nordin, (2015); Alves <i>et al.</i> , (2021); Dayaday; Galleto (2022).
Grande número de atores envolvidos e baixa integração para execução das diferentes etapas da gestão de REEE.	Alves <i>et al.</i> , (2021).
Ausência de políticas/diretrizes nacionais/locais adequadas voltadas à gestão de REEE.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011); Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015); Maphosa (2021a).
Ausência de políticas/diretrizes institucionais adequadas de gerenciamento de REEE.	Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015); Dayaday; Galleto (2022).

(continua)

Quadro 15 – Desafios e barreiras para gestão de REEE em IES (continuação)

Desafios e barreiras	Autores
Processos de avaliação de equipamentos de origem institucional para a destinação final lentos e burocráticos.	Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015); Dayaday; Galleto (2022).
Desatualização de informações sobre a carga patrimonial da instituição.	Panizzon; Reichert; Schneider (2017).
Ausência de sistema de informações para controle da localização dos equipamentos.	Panizzon; Reichert; Schneider (2017).
Ausência de registro sobre baixa patrimonial dos equipamentos ao final da vida útil.	Panizzon; Reichert; Schneider (2017).
Grande quantidade de legislações, muitas vezes contraditórias.	Paes <i>et al.</i> (2017).
Desinteresse de empresas na participação em leilões, devido à responsabilidade pelos custos de transporte e descontaminação dos equipamentos.	Paes <i>et al.</i> (2017).
Limitação de espaço para coleta e armazenamento temporário de resíduos/materiais.	Alves; Farina (2018).
Limitação de equipe técnica envolvida nos processos de gerenciamento dos resíduos.	Alves; Farina (2018).
Existência de peso mínimo requerido para recolhimento e transporte dos resíduos para destinação adequada.	Alves; Farina (2018); Alves <i>et al.</i> (2021).
Falta de infraestrutura (interna e externa) adequada para reciclagem.	Maphosa (2021a); Dayaday; Galleto (2022).
Falta de controle sobre a destinação final dos equipamentos e seu impacto ambiental, quando estes são vendidos ou doados.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011).

Fonte: A Autora (2023).

De modo geral, a falta de legislação e diretrizes específicas sobre a gestão de REEE, tanto a nível nacional, como institucional, foi um dos principais fatores citados pelos autores que dificultam a adoção de práticas mais sustentáveis. De fato, a maior parte das instituições da Malásia e Zimbábue realizavam práticas inadequadas de destinação, como o descarte junto aos resíduos comuns e a disposição em aterros. Segundo Agamuthu, Kasapo e Nordin (2015) e Maphosa (2021a) esses países não possuíam políticas adequadas voltadas à gestão de REEE. Por outro lado, como observado por Paes *et al.* (2017), apesar de o Brasil possuir um arcabouço legal amplo, muitas vezes as normativas acabam sendo confusas e contraditórias, o que também pode dificultar a tomada de decisão quanto à gestão dos REEE nas instituições.

Outros fatores que apresentam grande influência sobre a eficiência das práticas de gestão adotadas pelas IES são a conscientização ambiental, o grande número de atores envolvidos e a falta de integração entre eles, além da ausência de infraestrutura adequada e da complexidade dos procedimentos patrimoniais, no caso das instituições brasileiras, por exemplo.

Diante disso, diversos autores pontuaram recomendações (Quadro 14) para adequação da gestão de REEE nas instituições, de forma a torná-la mais sustentável, envolvendo

estratégias para melhoria das práticas de destinação final dos REEE, assim como da gestão do equipamento ao longo de todo o seu ciclo de vida, tomando como base os princípios da Economia Circular, por exemplo.

Quadro 16 – Recomendações para melhoria da gestão de REEE em IES

Recomendações de melhoria	Autores
Criação de políticas institucionais voltadas para a gestão de REEE que incentivem a conscientização ambiental e a implementação de estratégias para melhoria/criação de sistemas de reciclagem no campus.	Agamuthu, Kasapo; Nordin (2015); Maphosa (2021a); Dayaday; Galleto (2022).
Desenvolvimento de políticas nacionais e locais que regulem a gestão de REEE.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011); Maphosa (2021a); Leclerc; Badami (2022); Dayaday; Galleto (2022).
Análise da evolução da vida útil dos computadores como base para o estabelecimento de estratégias de gestão e políticas específicas.	Babbitt <i>et al.</i> (2009).
Revisão de normas relativas a procedimentos licitatórios e de gestão patrimonial, a fim de viabilizar a destinação correta dos REEE.	Dayaday; Galleto (2022).
Implementação de sistema de informações que permita o controle da localização dos EEE e REEE e da baixa patrimonial, assim como orientações sobre como acondicionar e destinar corretamente os equipamentos ao final da vida útil.	Panizzon; Reichert; Schneider (2017); Alves; Farina (2018).
Realização de inventários periódicos para quantificação e identificação da situação dos EEE existentes na instituição.	Alves; Farina (2018); Leclerc; Badami (2022); Dayaday; Galleto (2022).
Disponibilização de infraestrutura adequada para armazenamento temporário e equipe técnica especializada para classificação dos resíduos e separação de materiais para envio à reciclagem.	Alves; Farina (2018); Dayaday; Galleto (2022).
Ampla divulgação das iniciativas de gerenciamento de REEE existentes nas instituições para a comunidade.	Alves; Farina (2018).
Criação de projetos/programas de coleta e reciclagem participativos, envolvendo governo, sociedade, universidade e empresas recicladoras, que incentivem a participação dos estudantes.	Alves <i>et al.</i> (2021); Saldaña-Durán; Messina-Fernández (2021); Maphosa (2021a).
Desenvolvimento de campanhas e programas de conscientização.	Maphosa (2021a); Alves <i>et al.</i> (2021); Leclerc; Badami (2022); Dayaday; Galleto (2022).
Responsabilidades dos setores envolvidos na gestão de REEE claras e bem definidas e distribuídas.	Paes <i>et al.</i> (2017); Leclerc; Badami (2022).
Comunicação efetiva e bom relacionamento entre os setores da instituição e partes interessadas envolvidas na gestão de REEE.	Alves; Farina (2018); Leclerc; Badami (2022).
Parcerias com laboratórios de engenharia da computação e sistemas digitais e com a indústria de telecomunicações e informática.	Alves; Farina (2018).

(continua)

Quadro 16 – Recomendações para melhoria da gestão de REEE em IES (continuação)

Recomendações de melhoria	Autores
Implementação de ponto de coleta voluntária de REEE.	Alves <i>et al.</i> (2021)
Criação de políticas institucionais voltadas para a gestão de ativos de TI, tomando como base os princípios da economia circular, considerando todo o ciclo de vida do equipamento (com especial atenção à etapa de uso), não somente o gerenciamento do resíduo em si.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011); Leclerc; Badami (2022)
Elaboração de diagnóstico situacional para identificação de gargalos e oportunidades e definição de estratégias condizentes com a realidade da instituição.	Leclerc; Badami (2022).
Criação de requisitos mínimos padrão para aquisição de equipamentos de TI, considerando aspectos de design circular, garantindo qualidade mínima, atendimento ao uso demandado, maior vida útil, maior eficiência energética, incluindo a exigência de certificações “verdes”.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011); Caizaguano <i>et al.</i> (2020); Leclerc; Badami (2022).
Implantação de sistemas de suporte técnico para manutenção dos equipamentos, com foco no aumento da vida útil.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011).
Adoção de estratégias para redução do período de armazenamento dos equipamentos quando do final da vida útil.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011).
Adoção de sistemas de aluguel de equipamentos.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011).
Contratação de empresas recicladoras certificadas e licenciadas.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011).
Criação de critérios de elegibilidade de equipamentos para o reuso/reutilização, considerando aspectos de qualidade, segurança e funcionalidade.	Babbitt; Williams; Kahhat (2011) Leclerc; Badami (2022).
Criação de canal de comunicação interno eficiente para facilitação do reuso de equipamentos.	Leclerc; Badami (2022).
Desenvolvimento de processo padrão de limpeza de dados antes da destinação do equipamento, com fins de garantir a segurança de informação.	Leclerc; Badami (2022).

Fonte: A Autora (2023).

Babbitt, Williams e Kahhat (2011) afirmam que nenhuma prática aplicada isoladamente consegue oferecer uma solução capaz de mitigar todos os desafios, barreiras e riscos. No entanto, os autores defendem que a combinação de práticas pode formar uma solução abrangente, eficiente e sustentável para a gestão de REEE nas instituições de ensino superior. Como apontado por Leclerc e Badami (2022), para que as intervenções sejam efetivas, deve-se considerar as particularidades de cada instituição, a partir da realização de um diagnóstico situacional para identificação de gargalos e oportunidades e definição de estratégias condizentes com a realidade da IES, sendo importante envolver ao máximo todas as partes que atuam nos processos de gestão.

5.3. Caracterização da área de estudo

Nesta seção são apresentados os resultados da caracterização da infraestrutura do *campus* Dois Irmãos da UFRPE, no que tange a distribuição das estruturas existentes nas 6 zonas e o potencial de geração de REEE, além da identificação dos principais setores envolvidos na gestão de REEE de origem do patrimônio da instituição.

5.3.1. Infraestrutura do *Campus* Dois Irmãos da UFRPE

Com base no zoneamento adotado pela instituição, foi identificada a distribuição das estruturas existentes conforme o tipo de atividade desenvolvida (Tabela 3). Assim, para fins de identificação do potencial de geração de REEE, foram consideradas apenas as zonas 1, 2, 3, 4 e 5. A zona 6 foi excluída, pois é uma área com problemas de invasão territorial, não havendo edifícios em uso pela instituição.

Tabela 3 - Distribuição por zona das estruturas existentes no *campus* Dois Irmãos

Tipo de atividade	Número de estruturas (edifícios) em cada zona					
	1	2	3	4	5	6
(1) Acadêmica e pesquisa	12	11	15	27	29	0
(1.1) Laboratórios de informática	2	1	1	4	1	0
(2) Administrativa	5	4	20	6	1	0
(3) Comercial	1	0	0	0	0	0
(4) Residencial	3	1	1	2	1	0
TOTAL	21	16	36	35	31	0

Fonte: A Autora (2023).

Devido à natureza das atividades desenvolvidas, as zonas com maior potencial de geração de resíduos eletroeletrônicos seriam aquelas que possuem maior quantitativo de estruturas com finalidade acadêmica, de pesquisa e administrativa, uma vez que essas atividades demandam recursos de tecnologia da informação para serem desempenhadas. Assim, é esperado que as zonas 3, 4 e 5 da UFRPE, que possuem maior concentração de edifícios, apresentem maior número de bens de informática em uso, e, conseqüentemente, maior potencial de geração de REEE.

Considerando que os laboratórios de informática tendem a ter muitos equipamentos, quando se analisa a distribuição de estruturas conforme essa atividade, esperava-se que a zona 4 apresentasse maior potencial de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, uma vez que apresenta maior quantitativo de edifícios com laboratórios. Essa hipótese se alinha aos

resultados da pesquisa realizada por Panizzon, Reichert e Schneider (2017), que identificaram as salas de informática como um dos setores com maior quantitativo de computadores na instituição por eles estudada.

5.3.2. Setores da UFRPE relacionados à gestão de REEE

Além da infraestrutura física, a UFRPE também apresenta uma estrutura administrativa complexa. Dessa forma, a análise do arranjo organizacional da instituição foi fundamental para identificar e compreender o papel de cada setor na gestão de resíduos e, especificamente, dos REEE.

A partir da análise do organograma geral da UFRPE⁵ (Anexo) e dos organogramas e regimentos internos dos setores, disponibilizados no site oficial da instituição, foram identificados quatro órgãos diretamente ligados à Reitoria com potencial relação com a gestão de REEE: a Pró-Reitoria de Planejamento e Gestão Estratégica (PROPLAN), a Pró-Reitoria de Administração (PROAD), a Secretaria de Tecnologias Digitais (STD) e o Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM).

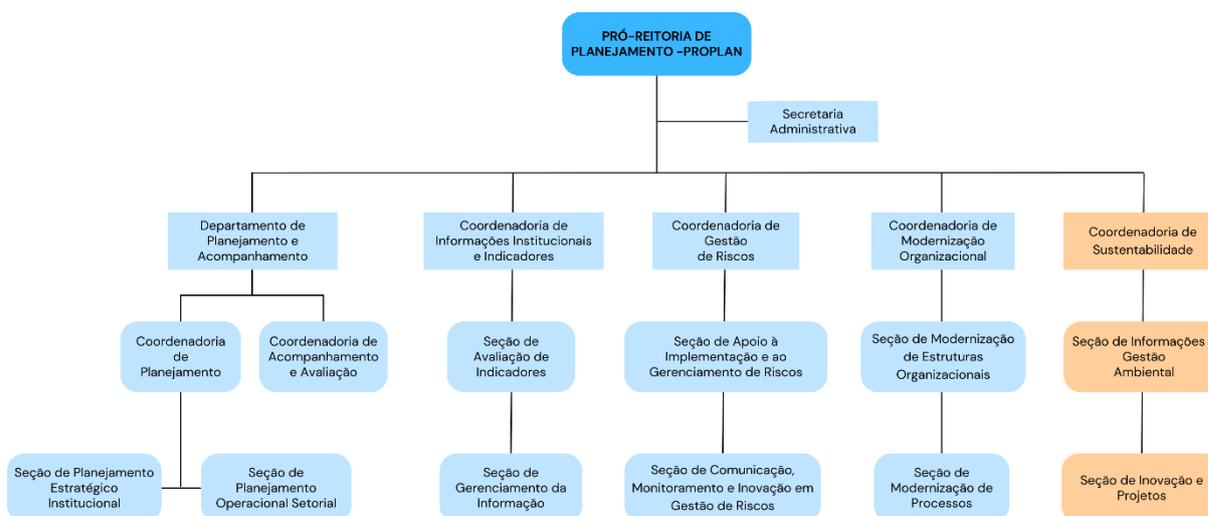
As informações levantadas por meio das análises dos organogramas e regimentos dos quatro órgãos mencionados anteriormente, foram validadas a partir de comunicação direta com os setores, sendo possível confirmar se a atuação de cada um estava ou não diretamente relacionada com a gestão de REEE (originados dos bens de informática) adotada na UFRPE.

As figuras 15 a 20 apresentam os organogramas dos setores avaliados, com grifos da autora. Aqueles em que foi confirmada a relação com a gestão dos REEE estão destacados na cor verde. Os setores que se acreditava inicialmente ter relação direta, mas essa relação não foi confirmada, estão apresentados na cor laranja. Já os setores em azul claro não possuem nenhuma relação com a gestão de REEE.

A PROPLAN (Figura 15) atua, entre outras finalidades, na assessoria ao planejamento e desenvolvimento institucional, propondo, acompanhando e desenvolvendo projetos, programas e políticas para melhoria do desempenho da instituição (UFRPE, 2022b).

⁵ Disponível no site oficial da Pró-Reitoria de Planejamento e Gestão Estratégica (PROPLAN) da UFRPE: <http://www.proplan.ufrpe.br/br/content/organogramas-da-ufrpe-e-de-suas-unidades>.

Figura 15 - Organograma da Pró-Reitoria de Planejamento e Gestão Estratégica (PROPLAN)

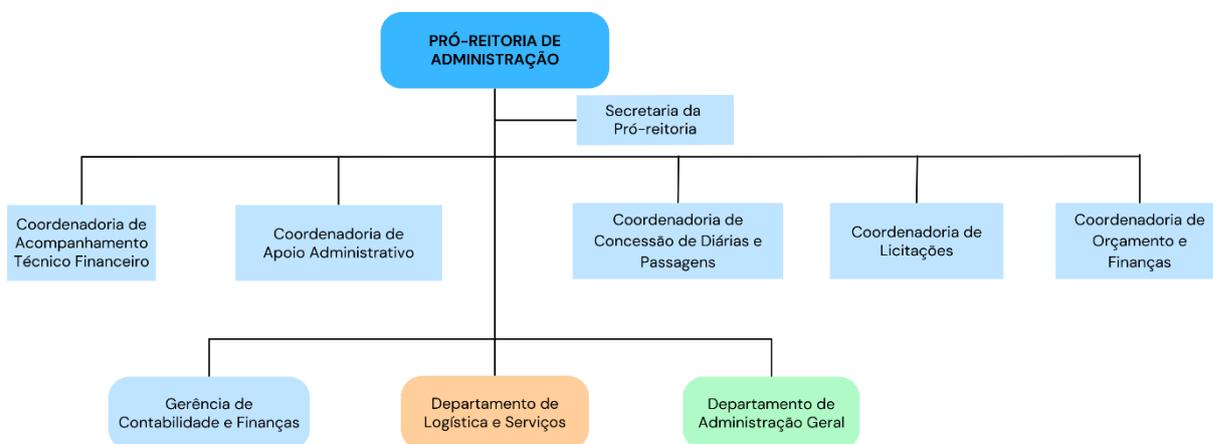


Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2022b).

A Coordenadoria de Sustentabilidade (CS) é responsável pela gestão estratégica de ações de sustentabilidade da UFRPE, incluindo aquelas voltadas à gestão de resíduos. É responsável por estudar e propor políticas que promovam a sustentabilidade na instituição, tendo como uma das principais atribuições a gestão e acompanhamento da execução do Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFRPE, que prevê diversas ações voltadas a diferentes temáticas ambientais, como a de gestão de resíduos (2022b). No entanto, apesar de atuar estrategicamente no direcionamento da gestão de resíduos da instituição, foi identificado que o setor não atua diretamente na gestão dos REEE oriundos do patrimônio.

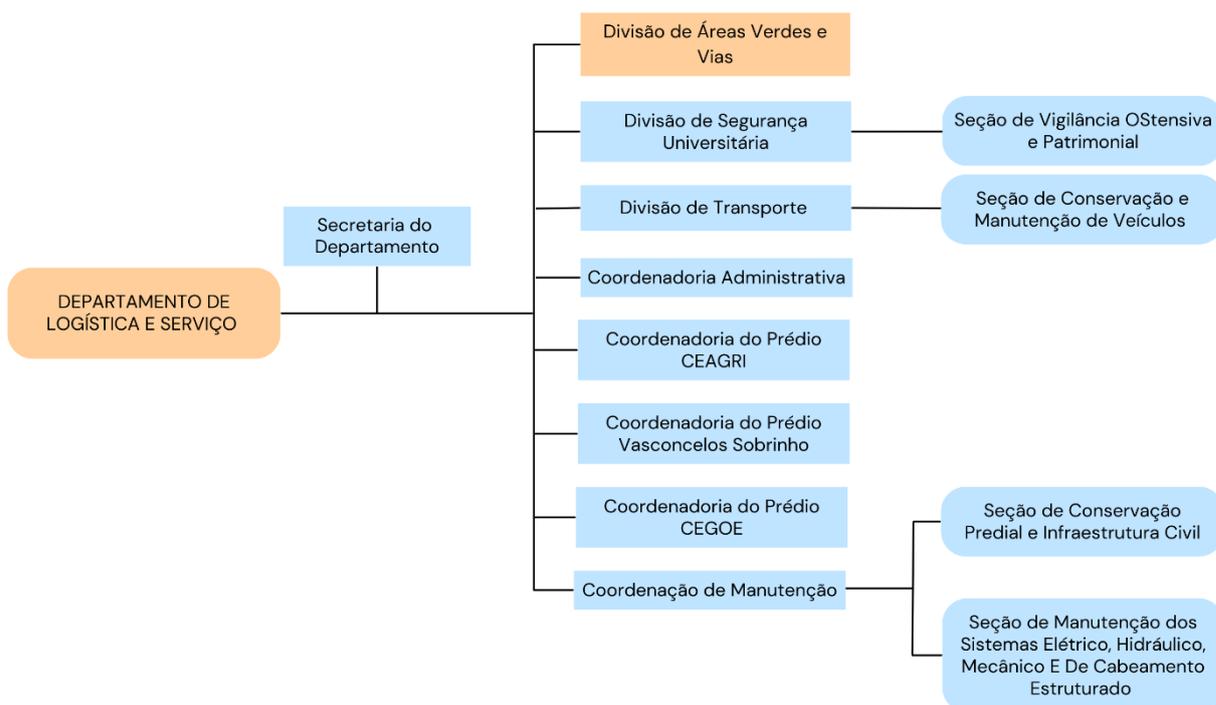
A PROAD (Figura 16) é o setor responsável, entre outras finalidades, pela assessoria à gestão do orçamento, patrimônio, documentação, aquisições e contratações (UFRPE, 2019a). Na pró-reitoria foram identificados como potenciais setores envolvidos com a gestão de REEE da UFRPE o Departamento de Logística de Serviços (DELOGS) (Figura 17) e o Departamento de Administração Geral (DAG) (Figura 18), cujos organogramas foram analisados individualmente.

Figura 16 - Organograma da Pró-Reitoria de Administração (PROAD)



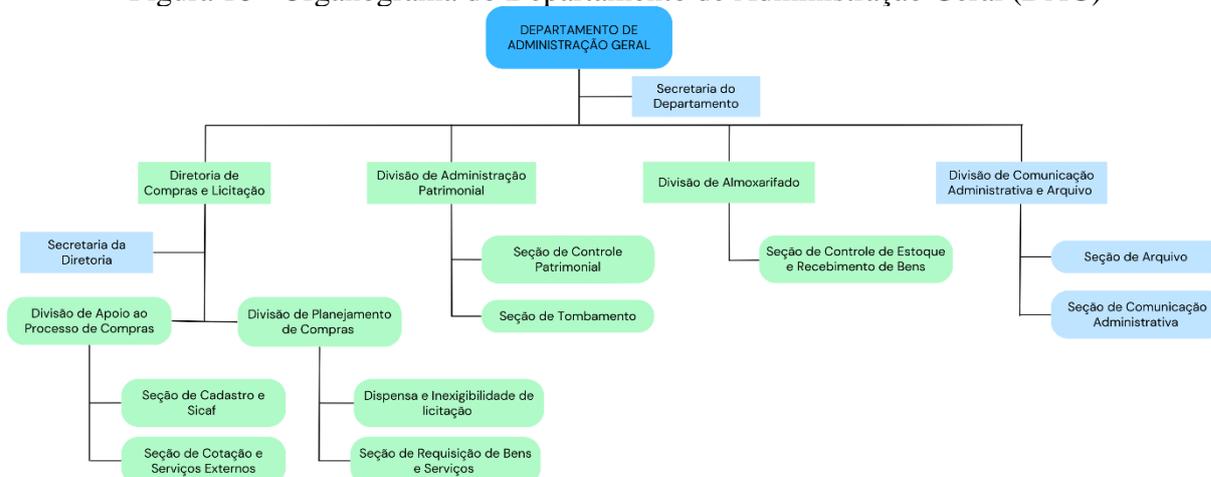
Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2019a).

Figura 17 - Organograma do Departamento de Logística e Serviços (DELOGS)



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2019a).

Figura 18 - Organograma do Departamento de Administração Geral (DAG)



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2019a).

Uma vez que o DELOGS, dentre outras atribuições, é responsável por implantar e executar as ações previstas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e no Plano de Logística Sustentável (PLS) da UFRPE, inferiu-se, inicialmente, que o setor estaria envolvido também com etapas do gerenciamento dos REEE da instituição, por meio de sua Divisão de Áreas Verdes e Vias (DAVV). No entanto, o setor é responsável pelo gerenciamento apenas dos resíduos orgânicos, biológicos, químicos, infectantes, perigosos e perfurocortantes gerados pela UFRPE, não incluindo entre eles os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos originados dos bens de informática da instituição, que são regidos por regulação específica sobre gestão patrimonial e ficam, portanto, sob responsabilidade do DAG.

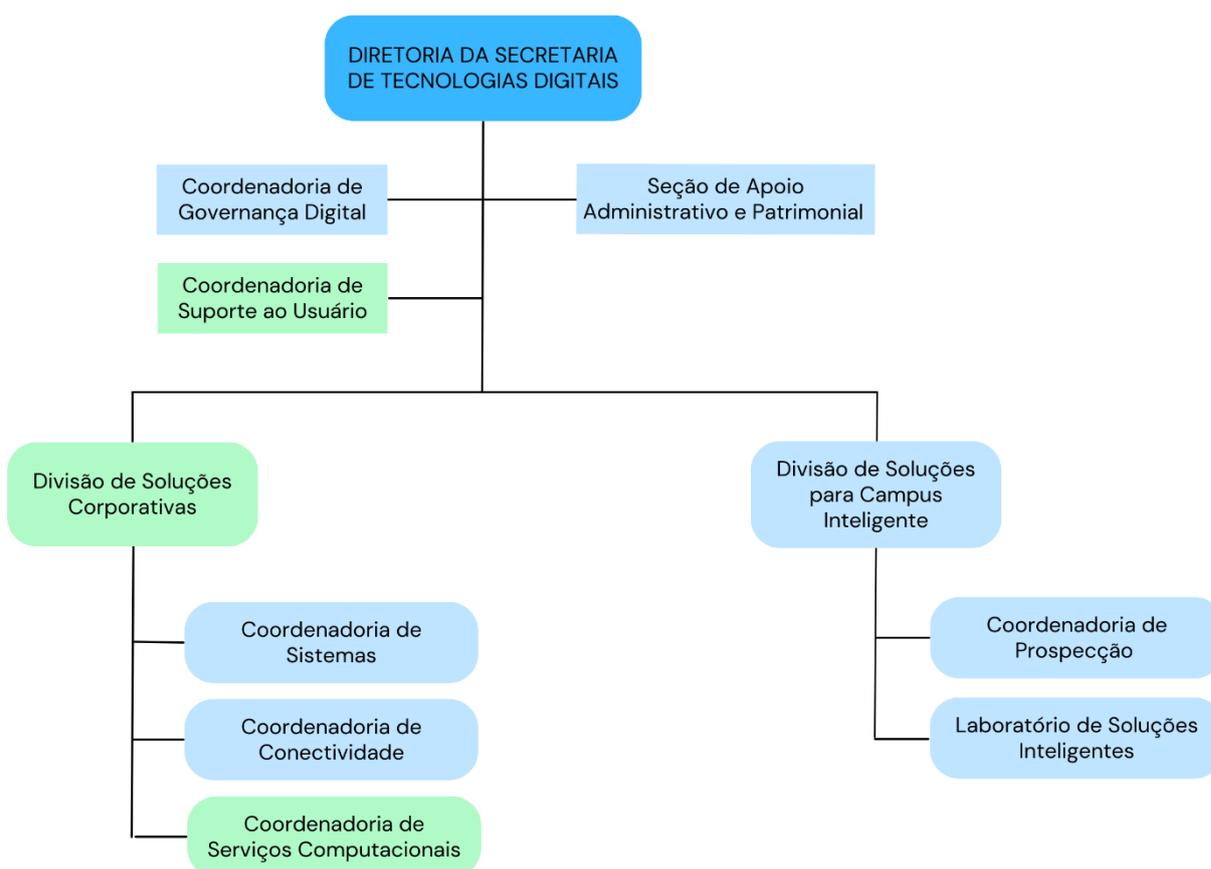
Dessa forma, foi identificado que a gestão patrimonial dos bens de informática, incluindo sua destinação final após desfazimento, compete ao DAG, que, conforme regimento, é responsável pela gestão das atividades de compras e administração patrimonial da UFRPE. Ao analisar os subsetores que compõem o DAG, foi possível identificar aqueles envolvidos diretamente nessas atividades: a Diretoria de Compras e Licitação (DCL), a Divisão de Administração Patrimonial (DAP) e a Divisão de Almoxarifado (DA), com suas respectivas seções (UFRPE, 2019a).

A DCL atua nos processos de compras e licitações, estando, portanto, diretamente relacionada com o início do ciclo de vida dos equipamentos de informática da UFRPE, na etapa de aquisição desses bens. Já a DAP é o setor responsável por todas as atividades que envolvem a gestão patrimonial, ou seja, os processos de aquisição, utilização, guarda, conservação e alienação dos bens permanentes da instituição. A DA está envolvida com o registro, o

armazenamento e a distribuição dos materiais e equipamentos, devendo reportar à DAP quando do recebimento desses itens.

Outro setor analisado foi a STD (Figura 19), que é um órgão executivo da Administração Geral que possui atuação voltada para as soluções de tecnologias digitais, provendo serviços computacionais, de sistemas de informação, processos de tecnologia da informação e comunicação, entre outros (UFRPE, 2020b). Ao analisar as atribuições dos subsetores componentes da STD, foi possível identificar que a Coordenadoria de Suporte ao Usuário e a Coordenadoria de Soluções Computacionais da Divisão de Soluções Corporativas estão diretamente envolvidas nas etapas de utilização e manutenção dos bens de informática.

Figura 19 - Organograma da Secretaria de Tecnologias Digitais (STD)

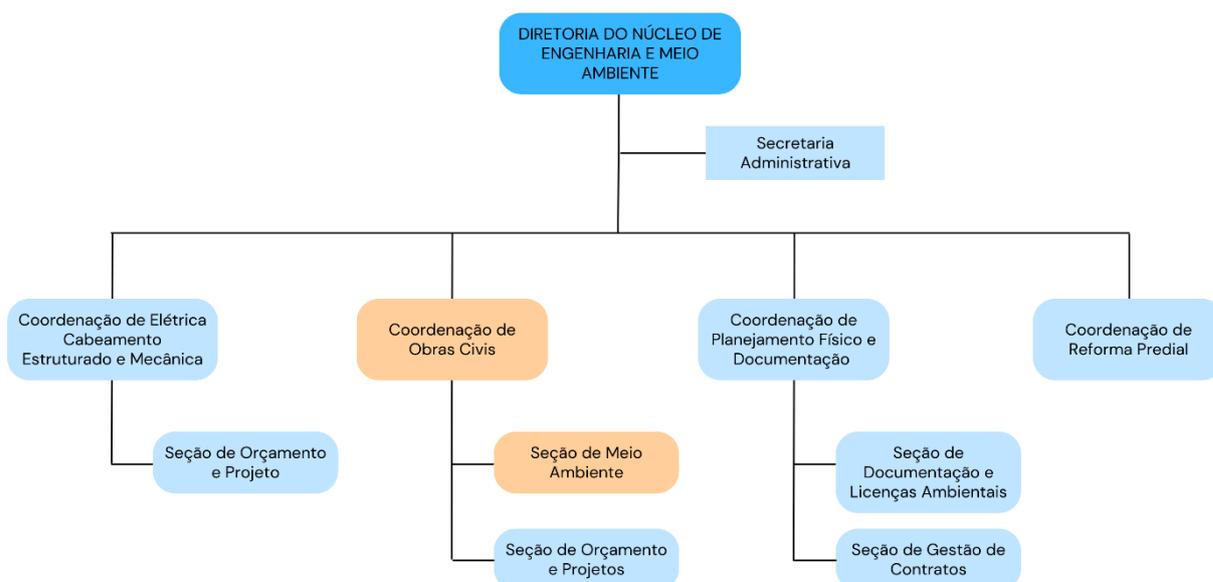


Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020b).

O NEMAM (Figura 20) é um órgão suplementar responsável, entre outras funções, por propor e acompanhar o desenvolvimento de políticas, programas, projetos e ações de articulação e cooperação relacionadas à engenharia e arquitetura, além de executar e gerenciar projetos de infraestrutura (UFRPE, 2019b). O setor possui uma Coordenação de Obras Civis (COC) responsável pela elaboração de projetos de obras civis, com uma seção específica

voltada para a adoção de ações e práticas de sustentabilidade, a seção de meio ambiente. Apesar de atuar provendo as demandas de infraestrutura da instituição, não há uma previsão específica no regimento do setor que aborde claramente uma atribuição voltada à gestão de REEE, o que foi confirmado por comunicação direta com servidores do órgão.

Figura 20 - Organograma do Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM)



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2019b).

Cabe ressaltar que o foco da pesquisa foi identificar os setores envolvidos com a gestão dos REEE oriundos dos bens de informática da instituição (Quadro 15), considerando os papéis de cada um ao longo de todo o ciclo de vida dos equipamentos de informática na UFRPE, desde a aquisição até a destinação final.

Quadro 17 – Análise de potenciais setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE

Setor	Atribuição prevista no regimento interno	Atuação na gestão de REEE
PROPLAN (Resolução CONSU/UFRPE nº 163, de 14 de fevereiro de 2022)		
Coordenadoria de Sustentabilidade (CS)	- Estudar e propor programas e projetos de sustentabilidade apropriados à realidade da UFRPE; - Articular a elaboração e planejamento das políticas de meio ambiente da Instituição em conformidade com a legislação nacional e local.	Atuação estratégica, por meio da proposição de políticas, planos e projetos norteadores de práticas sustentáveis na UFRPE, incluindo a gestão de resíduos. No entanto, não atua diretamente na gestão dos REEE com origem do patrimônio.

(continua)

Quadro 18 – Análise de potenciais setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE
(continuação)

Setor	Atribuição prevista no regimento interno	Atuação na gestão de REEE	
PROAD (Resolução nº 093, de 22 de julho de 2019)			
	Departamento de Administração Geral (DAG)	- Gerir atividades nas áreas de compras, administração patrimonial, controle e distribuição de materiais e comunicação administrativa no controle de processos administrativos e correspondências.	Atuação em diversas etapas do ciclo de vida dos EEE da instituição, em especial no que tange às compras e gestão patrimonial por meio de seus subsetores.
	Diretoria de Compras e Licitações (DCL)	- Planejar, coordenar, executar e acompanhar os processos de compras; - Proceder à abertura de processos de licitação nas diversas modalidades, bem como inexigibilidade, dispensa de licitação e cotação eletrônica.	Atuação nos processos de aquisição de equipamentos de informática.
	Divisão de Administração Patrimonial (DAP)	- Coordenar, normatizar, planejar e executar as atividades de controle, guarda e distribuição de bens permanentes da instituição, em parceria com os setores patrimoniais das unidades acadêmicas; - Proceder à gestão patrimonial, envolvendo aquisição, utilização, guarda, conservação e alienação dos bens permanentes.	Atuação direta em todas as etapas da gestão patrimonial dos equipamentos de informática.
	Seção de Controle Patrimonial (SCP)	- Recolher o material dos setores, mediante solicitação das unidades; - Manter atualizado o cadastro de centros de custos, localização e seus respectivos responsáveis no sistema de gestão patrimonial da UFRPE, bem como acompanhar as ocorrências relativas aos bens durante sua vida útil; - Elaborar Termos de Transferência de Responsabilidade, de Recolhimento e de Baixa dos bens, mediante documentação comprobatória.	Atuação no controle e monitoramento dos bens de informática, e principalmente nas fases de recolhimento e baixa.
	Seção de Tombamento (ST)	- Escriturar todos os bens móveis, semoventes e acervo bibliográfico, adquiridos por compra, doação, cessão, produção interna, permuta e/ou bens de terceiros; - Elaborar Termo de Responsabilidade – TR, destinado aos responsáveis pelas cargas patrimoniais e Relatório de Movimentação de Bens – RMB, destinado ao setor de contabilidade da instituição.	Atuação na etapa de cadastro do equipamento de informática no patrimônio – tombamento.

(continua)

Quadro 17 – Análise de potenciais setores relacionados com a gestão de REEE na UFRPE
(continuação)

Setor		Atribuição prevista no regimento interno	Atuação na gestão de REEE
	Divisão de Almoarifado (DA)	- Registrar, armazenar e distribuir o material recebido; - Comunicar à DAP o recebimento de material permanente e equipamentos.	Atuação no recebimento, armazenamento e distribuição dos equipamentos de informática para o usuário.
	Seção de Controle de Estoque e Recebimento de Bens (SCERB)	- Receber o material permanente e de consumo e proceder à contagem e análise da conformidade do material entregue com o empenho; - Realizar a entrega dos materiais permanentes e de consumo aos setores e às Unidades Acadêmicas da UFRPE.	
Departamento de Logística e Serviços (DELOGS)		- Promover atividades de implantação e execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; - Promover atividades de implantação do Plano de Logística Sustentável (PLS).	Apesar de ser o setor responsável pelo gerenciamento dos resíduos da UFRPE, não atua diretamente na gestão dos REEE oriundos de bens de informática da instituição.
	Divisão de Áreas Verdes e Vias (DAVV)	- Coordenar os serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos orgânicos, biológicos, químicos, infectantes, perigosos e perfurocortantes gerados pela UFRPE.	
Secretaria de Serviços Digitais (Resolução nº 028, de 08 de junho de 2020)			
	Coordenadoria de Serviços Computacionais	- Sugerir normas de utilização dos equipamentos de TICS, dos sistemas operacionais e das soluções implantadas e a implantar, que utilizem os recursos de TIC da UFRPE.	Atuação no estabelecimento de normas de utilização dos bens de informática na instituição.
Divisão de Soluções Corporativas			
	Coordenadoria de Suporte ao Usuário	- Realizar manutenção de equipamentos de informática de propriedade da UFRPE; - Interagir com as coordenações de Laboratórios de Informática.	Atuação no suporte ao usuário e manutenção dos equipamentos de informática.
NEMAM (Resolução nº 100, de 30 de julho de 2019)			
	Coordenação de Obras Civas (COC)	- Coordenar o planejamento, a execução e avaliação das atividades relacionadas a obras civis.	Não atua diretamente na gestão dos REEE oriundos de bens de informática da instituição.
	Seção de Meio Ambiente	- Colaborar na adoção de ações e práticas de sustentabilidade ambiental no âmbito das atribuições do NEMAM.	

Fonte: A Autora (2023).

Voltando-se especificamente aos resíduos oriundos dos bens de informática, dois setores foram identificados como os principais atores no sistema atualmente adotado pela instituição para a gestão desses resíduos: a DAG/PROAD, atuando nas etapas de aquisição, controle patrimonial e desfazimento dos bens de informática e a STD, que está envolvida diretamente com o suporte técnico ao longo da vida útil do bem.

Apesar de a CS/PROPLAN atuar de forma estratégica na gestão de resíduos sólidos da instituição, por meio da elaboração e acompanhamento de planos voltados à adoção de práticas sustentáveis na UFRPE, o setor não possui uma atuação direta na gestão dos REEE de origem do patrimônio. O DELOGS/PROAD, atua nas etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, excluindo-se os REEE originados dos bens de informática, tendo sido, portanto, excluído da listagem de setores envolvidos na gestão desses resíduos. Já o NEMAM atua, por meio da execução de projetos civis, provendo as demandas de infraestrutura necessárias para o gerenciamento de resíduos, mas não possui uma função específica na gestão de REEE atualmente aplicada na instituição.

Assim, quando se analisa a organização administrativa da UFRPE, é possível observar que a gestão de resíduos sólidos, e especificamente dos REEE, na instituição é complexa, uma vez que desde o planejamento da gestão até a execução das etapas de gerenciamento há o envolvimento de diferentes setores. Essa complexidade pode influenciar a eficiência da gestão dos REEE, uma vez que quando as atribuições não são claras e não há integração entre os setores envolvidos, problemas relacionados a falhas de comunicação intersetorial e falta de padronização dos procedimentos podem ocorrer, como observado por Marques (2018).

No entanto, observa-se que, quando se trata da gestão dos resíduos oriundos dos equipamentos de informática da UFRPE, o principal setor envolvido é a DAP, responsável pela gestão patrimonial, devido às especificidades da legislação. No caso da destinação final, por exemplo, somente pode ocorrer após a classificação do bem como inservível, conforme o Decreto nº 9.373/2018 (Brasil, 2018a). Dessa forma, compreender os processos que envolvem a gestão patrimonial adotada pela UFRPE se faz importante para que seja possível identificar as práticas de gestão dos REEE, em especial as destinações finais dadas a esses resíduos.

5.4. Práticas de gestão de patrimônio na UFRPE

Nesta seção são apresentados os resultados do mapeamento dos processos de gestão patrimonial da UFRPE, com fins de identificar e compreender a relação com as práticas de gestão dos REEE originados dos bens de informática.

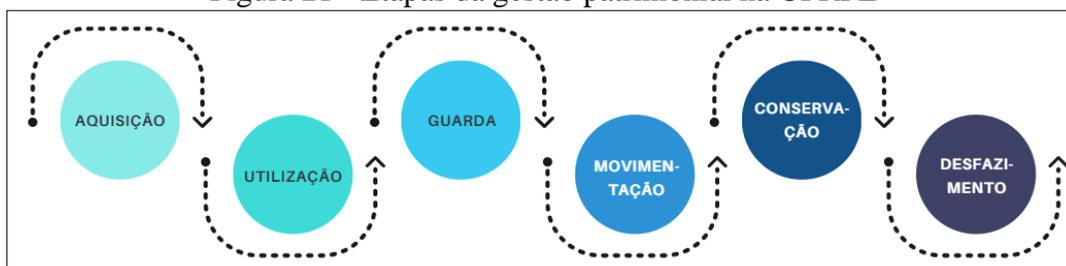
O mapeamento de processos, por meio da representação gráfica dos fluxos, pode melhorar a eficiência dos procedimentos, uma vez que permite uma visão sistêmica, contribuindo para a identificação e eliminação de gargalos (Marques, 2018). Dessa forma, buscou-se mapear e descrever os processos que envolvem a gestão patrimonial dos bens de informática da UFRPE, desde a aquisição até o desfazimento.

A partir da aplicação de entrevistas junto aos setores identificados por meio da análise dos organogramas e regimentos internos, e do estudo do Manual de Patrimônio da UFRPE (2020a), verificou-se que os processos que envolvem a gestão patrimonial da UFRPE não estão completamente mapeados. No entanto, foi possível identificar certa padronização dos fluxos de atividades e responsabilidades bem definidas.

Como identificado anteriormente, na UFRPE a gestão do patrimônio é uma atribuição da Divisão de Administração Patrimonial (DAP), subordinada ao Departamento de Administração Geral (DAG), da Pró-Reitoria de Administração (PROAD). O setor é responsável pela normatização, planejamento e execução dos processos e atividades que envolvem o controle e a guarda dos bens permanentes da universidade.

De forma geral, a gestão patrimonial na instituição pode ser dividida em seis etapas (Figura 21): aquisição, utilização, guarda, movimentação, conservação e desfazimento.

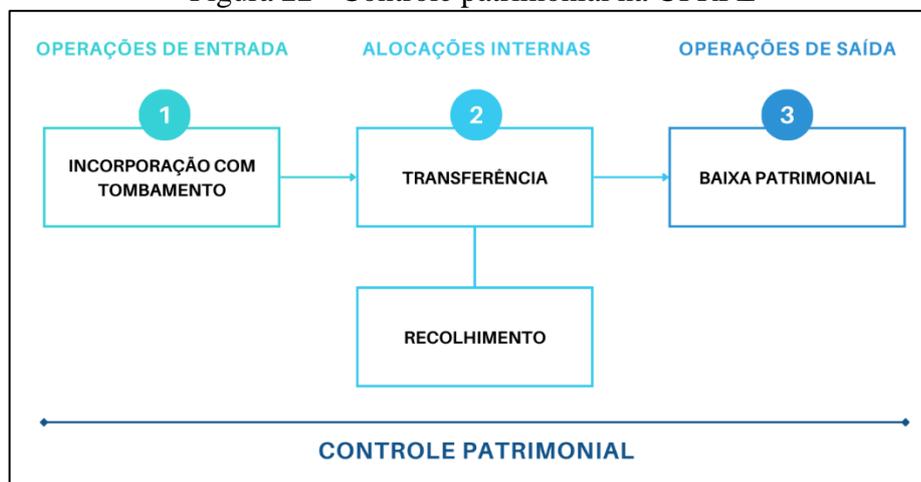
Figura 21 - Etapas da gestão patrimonial na UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

Ao longo dessas etapas ocorre o controle patrimonial (Figura 22), ou seja, o registro e acompanhamento de todos os bens adquiridos pela instituição. Na UFRPE, esse processo é dividido em três fases: operações de entrada, alocações internas e operações de saída.

Figura 22 - Controle patrimonial na UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

A UFRPE utiliza um sistema próprio para registros das ocorrências ao longo das fases do controle patrimonial, incluindo a incorporação do bem com registro patrimonial ou tombamento, transferências de responsabilidade, manutenção, recolhimento e baixa. Nesse sistema é possível acessar um banco de dados com informações sobre os bens, como quantitativo e tipologia do bem, localização, datas de entrada, datas de saída da carga patrimonial e valor de aquisição. Em 2022, a DAP iniciou a migração para um novo sistema de uso obrigatório por todas as entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, o Sistema Integrado de Gestão Patrimonial (SIADS). No entanto, até maio de 2023, não havia finalizado essa transição, devido à necessidade de atualização do inventário.

Especificamente para os bens de informática, há duas comissões envolvidas nos processos de controle patrimonial, ambas formadas por um membro da STD, um da DAP e outro da DA:

1. Comissão de recebimento de bens de informática: atua nos processos de entrada do equipamento de informática na carga patrimonial.

2. Comissão de desfazimento de bens de informática: atua nos processos de alienação e desfazimento do equipamento de informática, especificamente na análise técnica para classificação do bem inservível, direcionando a destinação final.

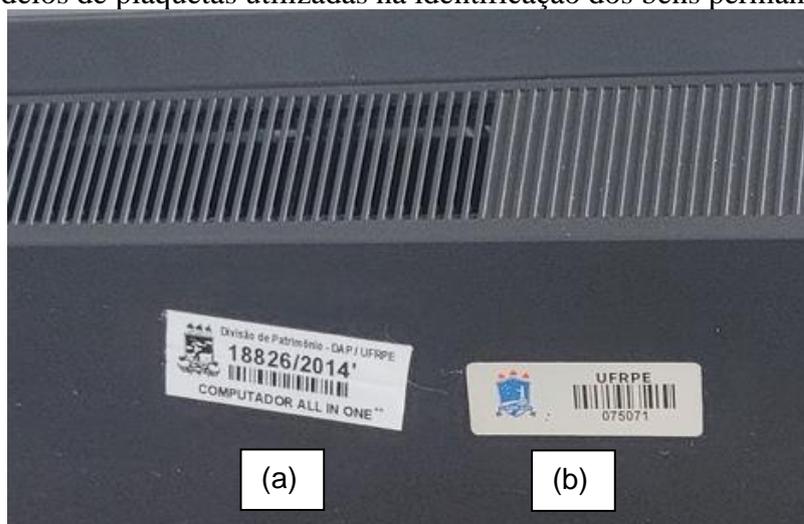
Nos tópicos a seguir estão descritas as etapas e processos que compõem o controle patrimonial dos bens de informática da UFRPE:

- Operações de entrada dos bens de informática na UFRPE:

As operações de entrada de um equipamento de informática na carga patrimonial da UFRPE incluem, basicamente, os processos de solicitação, aquisição, recebimento e tombamento do bem.

Quando um equipamento de informática é adquirido pela UFRPE, ele deve ser incorporado ao patrimônio por meio do processo de tombamento, ou seja, do registro patrimonial no sistema e fixação de placas de identificação. Dois modelos de plaquetas (Figura 23) são utilizados na identificação dos bens permanentes da UFRPE quando do tombamento. O modelo antigo (a) vem sendo substituído gradualmente pelo modelo novo (b).

Figura 23 - Modelos de plaquetas utilizadas na identificação dos bens permanentes da UFRPE



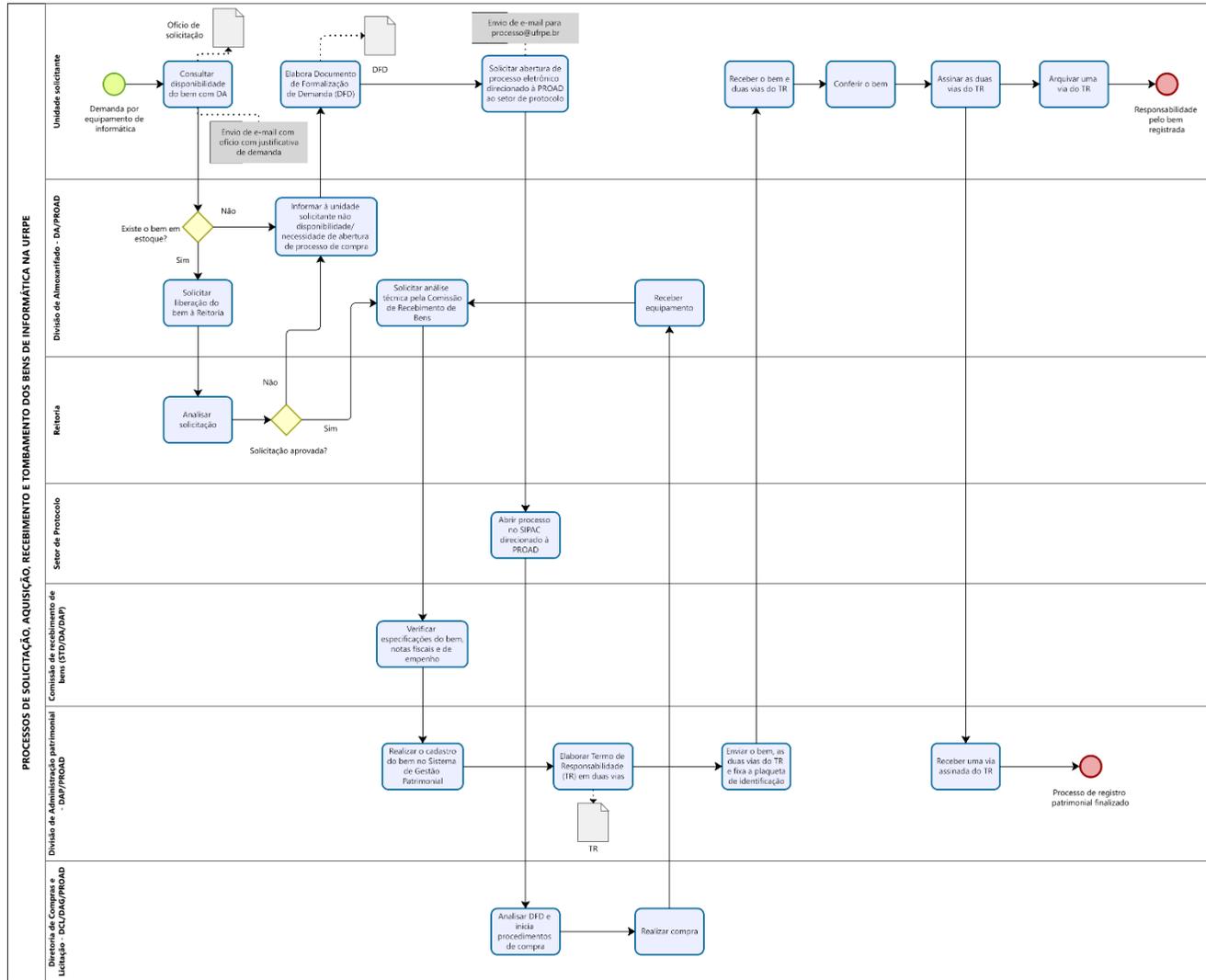
Fonte: A Autora (2023).

Os procedimentos de tombamento na UFRPE podem variar conforme as formas de ingresso do bem, que pode ocorrer por meio de compra, doação ou regime de comodato (bens oriundos de órgãos de fomento). No caso de ingresso por doação, seja de pessoa física ou jurídica, utiliza-se o portal Doações gov.br⁶, sendo necessário firmar um Termo de Doação entre as partes, para posterior registro na carga patrimonial da universidade. Quando oriundos de projetos de pesquisa, por meio de órgãos de fomento (CNPq, CAPES, FADURPE), os bens não são incorporados ao balanço patrimonial da UFRPE, mas ainda devem ser tombados e registrados no Sistema de Controle Patrimonial. A forma mais comum de ingresso de bens de informática na instituição é a compra, que é realizada por meio de formalização de demanda junto à PROAD.

A Figura 24 apresenta o fluxograma dos processos que envolvem as operações de entrada dos bens de informática na UFRPE a partir da compra, incluindo a solicitação, a aquisição, o recebimento e o tombamento.

⁶ O Sistema Doações consiste em uma plataforma desenvolvida pelo Ministério da Economia, utilizada para doações de bens móveis e serviços aos órgãos da administração pública federal, podendo ser ofertados pelos próprios órgãos ou por particulares (pessoas físicas ou jurídicas). Mais informações podem ser encontradas em: <https://doacoes.gov.br/>.

Figura 24 - Fluxograma dos processos de solicitação, aquisição, recebimento e tombamento dos bens de informática da UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

A demanda pelo equipamento é gerada pela unidade administrativa, a qual realiza uma consulta por e-mail à Divisão de Almoxarifado sobre a existência do equipamento em estoque, anexando ofício com descrição e justificativa da demanda. Assim, duas situações são possíveis:

1. Se houver equipamento em estoque, a DA solicita à Reitoria a análise do pedido para liberação do bem do estoque para a unidade. Trata-se de uma análise discricionária, que considera o interesse da administração. Se a solicitação for aprovada, a DA encaminha à Comissão de Recebimento de Bens que irá verificar as notas fiscais e de empenho, para confirmar o atendimento da demanda conforme ofício de solicitação. Caso esteja tudo conforme, encaminha a solicitação para a DAP, o qual irá registrar a saída do equipamento do estoque para a unidade solicitante, vinculando esses dados no sistema. Se não aprovada, a DA comunica à unidade solicitante a não disponibilidade e a necessidade de abertura de processo de compra.

2. Se não houver equipamento em estoque, a DA informa à unidade solicitante, a qual deverá elaborar Documento de Formalização de Demanda (DFD)⁷ contendo o detalhamento da demanda com justificativa, e solicitar abertura de processo eletrônico direcionado à PROAD ao setor de protocolo. Este abre o processo via Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC), encaminhando a demanda para a PROAD. Recebida a demanda, a Diretoria de Compras e Licitação (DCL) irá proceder à compra, conforme procedimentos licitatórios especificados na Lei nº 8.666/1993 (Brasil, 1993). Quando o bem adquirido é entregue na instituição, ele passa pelo processo de recebimento, de responsabilidade da Divisão de Almoxarifado. No caso dos bens de informática, o recebimento somente será definitivo após ateste das notas fiscal e de empenho pela Comissão de Recebimento de Bens, que verifica as especificações da mercadoria licitada conforme demanda solicitada. Estando tudo conforme, o bem é direcionado ao setor de patrimônio, que efetuará o registro no sistema, vinculando um código de patrimônio, e a fixação da plaqueta de identificação.

Nos dois casos, para encaminhamento do bem à unidade solicitante, a DAP elabora o Termo de Responsabilidade em duas vias, que deverão ser assinadas pela unidade no momento de recebimento do equipamento, logo após sua conferência. O Termo de Responsabilidade irá

⁷ O DFD foi estabelecido em 2022 pela PROAD, por meio do Ofício Circular Nº 01/2022/PROAD/UFRPE, como documento obrigatório para a abertura de processos de solicitação de aquisições e contratações de serviços na UFRPE, disponível em: <https://www.ufrpe.br/br/content/proad-informa-sobre-modelo-de-documento-para-formaliza%C3%A7%C3%A3o-de-demanda>

conter detalhes sobre a localização do bem e o usuário responsável. A partir daí, a responsabilidade pelo bem ao longo da vida útil é do usuário cadastrado.

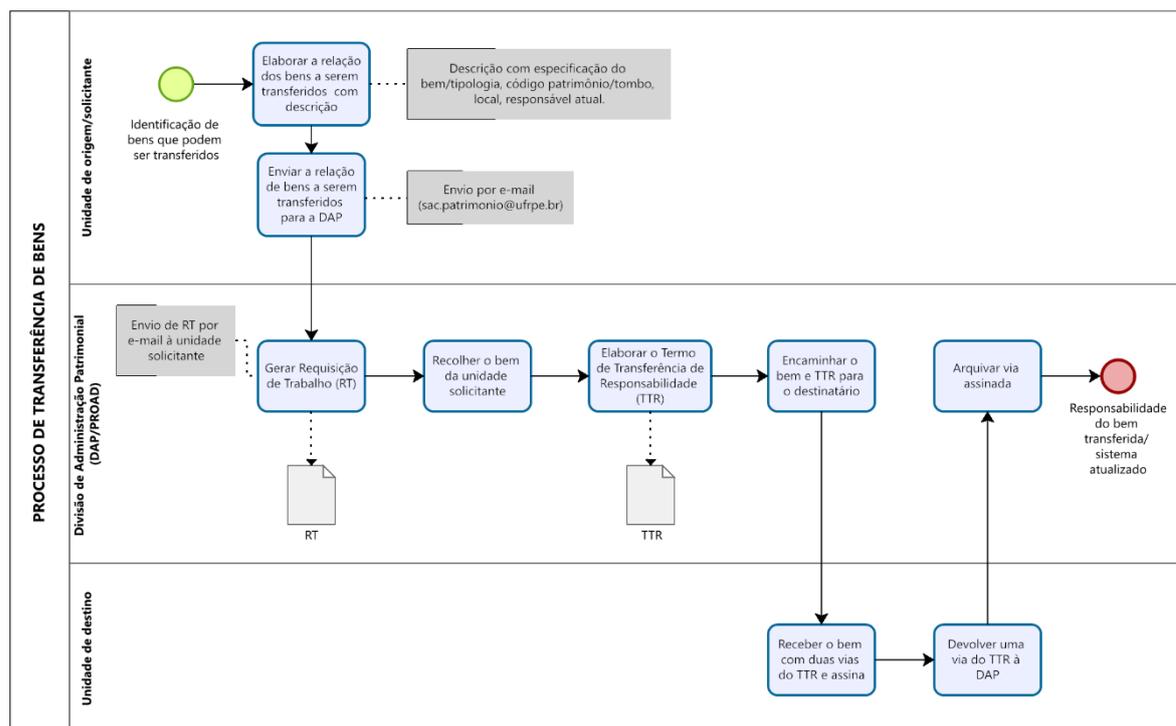
- Alocações internas:

Dentre os processos que compõem as alocações internas dos bens de informática na UFRPE, foram identificados e mapeados os de transferência de responsabilidade, de manutenção e de recolhimento do bem.

a. Processo de transferência de responsabilidade:

Durante a vida útil do equipamento é possível transferir a responsabilidade de guarda, utilização e conservação para outro usuário/local da instituição. Para que o processo de transferência (Figura 25) seja formalizado é necessário que a unidade administrativa de origem comunique à DAP, para realização do Termo de Transferência de Responsabilidade e atualização do cadastro no sistema de patrimônio.

Figura 25 - Processo de transferência de responsabilidade de bens na UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

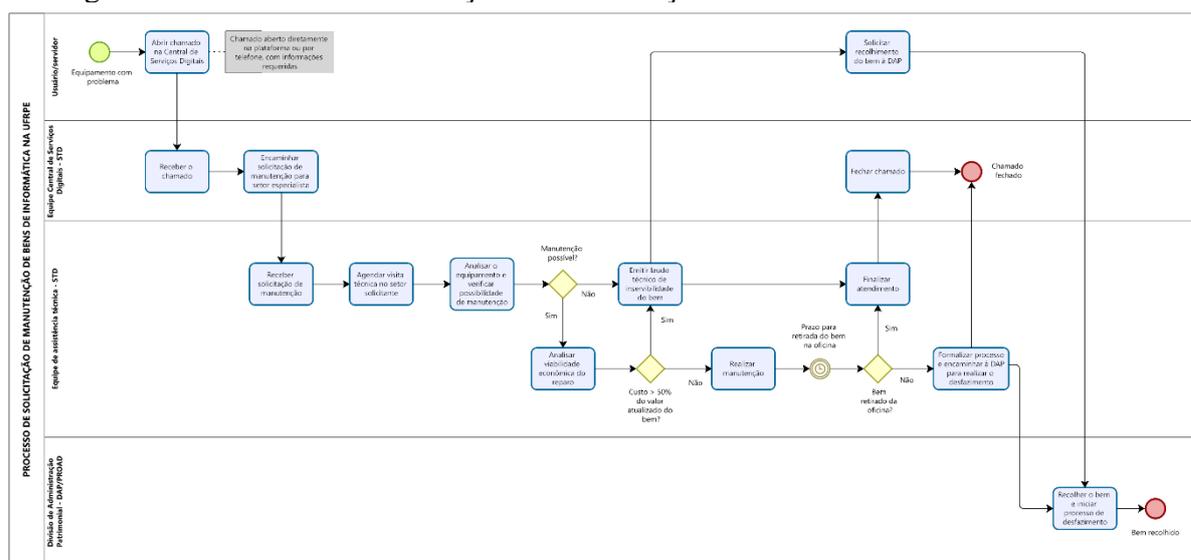
Apesar da obrigatoriedade da formalização do processo de transferência do bem entre setores, foi relatado pela DAP que uma das dificuldades encontradas é o acompanhamento

dessas movimentações para registro no sistema, uma vez que o processo é dependente da solicitação do usuário e muitos setores realizam a movimentação do bem sem notificar a DAP, não seguindo os procedimentos estabelecidos. Esse fato faz com que, muitas vezes, os registros de localização dos bens não sejam totalmente fidedignos à realidade, configurando, portanto, uma falha no processo de controle patrimonial que pode prejudicar o correto gerenciamento dos bens de informática, assim como observado por Panizzon, Reichert e Schneider (2017).

b. Processo de manutenção:

Ao longo da vida útil, quando o equipamento de informática apresenta algum problema, seja de software ou hardware, o usuário pode acionar a equipe técnica da STD para realizar a manutenção. A Figura 26 apresenta o fluxograma do processo de solicitação de manutenção de equipamentos de informática na UFRPE.

Figura 26 - Processo de solicitação de manutenção de bens de informática na UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

Para solicitação da manutenção, deve-se abrir um chamado por meio da Central de Serviços Digitais⁸ da UFRPE (Figura 27), plataforma lançada em 2021 para facilitar o serviço de suporte aos usuários de TIC da instituição (UFRPE, 2021b). Nessa plataforma é possível acompanhar todo o processo.

⁸ Disponível em: <https://servicosdigitais.ufrpe.br/#login>

Figura 27 - Visão geral de um chamado de manutenção de computadores na Central de Serviços Digitais da UFRPE

Chamado#101272 Manutenção dos computadores do Laboratório ... 6/12

Prezado(a),

Gostaria de solicitar a manutenção dos computadores do Laboratório de [redacted], especificamente quanto ao desempenho dos equipamentos, que estão apresentando certa lentidão, além de apresentarem sistemas operacionais desatualizados. Seguem informações requeridas para abertura do chamado:

- Localização do equipamento para atendimento presencial: Laboratório de [redacted], localizado no Prédio de [redacted]
- Número de tombamento do equipamento:
 - Computador 1 (Desktop): [redacted]/2012 (etiqueta branca)/ 038858 (etiqueta cinza);
 - Computador 2 (Desktop): [redacted]/2014 (etiqueta branca);
 - Computador 3 (Desktop): [redacted]/2012 (etiqueta branca);
 - Computador 4 (Desktop): [redacted]/2012 (etiqueta branca) / 03 [redacted] (etiqueta cinza);
 - Computador 5 (Notebook): [redacted]/2012 (etiqueta branca) / 03 [redacted] (etiqueta cinza);
 - Computador 6 (Notebook): [redacted]/2012 (etiqueta branca);
 - Computador 7 (Notebook): [redacted]/2012 (etiqueta branca);

Chamado

ESTADO
fechado

TELEFONE/RAMAL *
[redacted]

TIPO *
Incidente

SERVIÇO *
Hardware

Chamado#101272 Manutenção dos computadores do Laboratório ... 6/12

Prezado(a),

A equipe da Central de Serviços Digitais gostaria de informá-lo(a) que o seu chamado foi fechado após a conclusão do seu atendimento ou por falta de retorno.

Caso ainda precise de atendimento, será necessário abrir um novo chamado.

Situação do chamado:

1 Registrado → 2 Em triagem → 3 Em atendimento → 4 Atendimento finalizado → 5 Fechado

Fonte: A Autora (2023).

A abertura do chamado pode ser realizada diretamente na plataforma (sendo necessário efetuar login) ou por telefone. Nos dois casos, o usuário precisa detalhar o serviço solicitado e fornecer as informações requeridas, conforme descrito no Catálogo de Serviços Digitais⁹. A equipe da Central de Serviços Digitais recebe o chamado e encaminha para a o setor técnico especializado, que irá agendar uma visita ao local para avaliar o equipamento e verificar a possibilidade de manutenção.

Caso a manutenção não seja possível, o técnico emite um laudo identificando e atestando a inservibilidade do bem, e indica que o usuário solicite o recolhimento pela DAP para que se dê prosseguimento aos processos de baixa patrimonial. Se a manutenção for possível, o técnico irá avaliar a viabilidade econômica do reparo. Se o custo de manutenção for maior do que 50% do valor atualizado do bem, não deve ser realizado o reparo e o bem é declarado inservível (antieconômico). O técnico emite um laudo indicando que seja feito o recolhimento do equipamento para posterior desfazimento junto à DAP. Se o custo for menor do que 50%, procede-se à manutenção do bem no local ou na oficina. Caso o serviço seja realizado na oficina, o usuário terá até 30 (trinta) dias úteis para retirar o equipamento. A partir desse prazo, o equipamento pode ser recolhido pela DAP.

⁹ Disponível em: <https://servicosdigitais.ufrpe.br/help/pt-br>

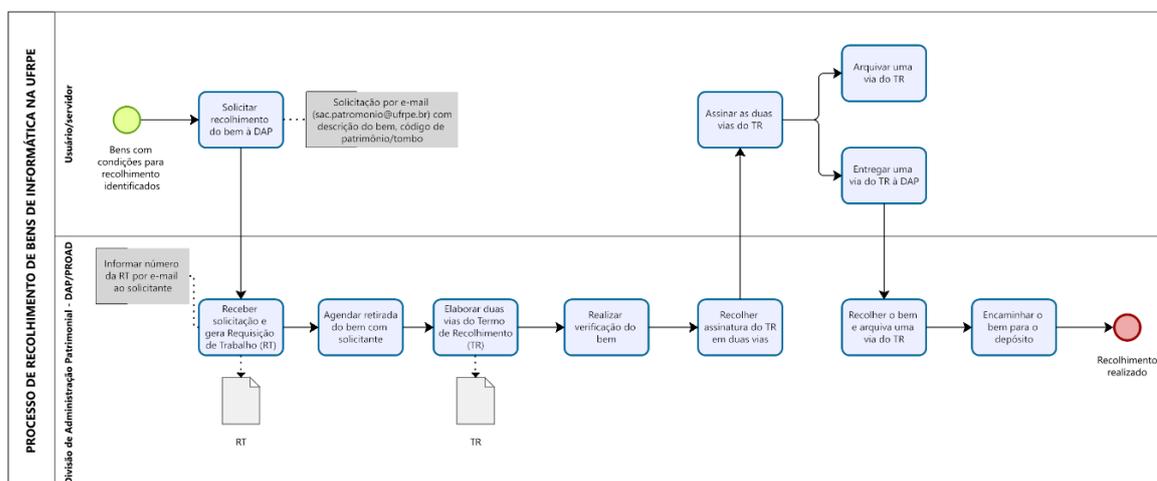
Uma das dificuldades reportadas pela STD ao longo desse processo é a alta demanda e a limitação da disponibilidade de equipe de assistência técnica, o que faz com que o tempo de atendimento dos chamados seja, muitas vezes, lento. Essa lentidão nos atendimentos pode, muitas vezes, inviabilizar a execução de atividades que demandam o uso dos equipamentos de informática, assim como influenciar na decisão do usuário em optar pelo descarte do bem que não está em funcionamento, mas que poderia ter possibilidade de reparo e recuperação.

c. Processo de recolhimento:

Quando o usuário, a partir da percepção do processo de obsolescência, julga o equipamento de informática como inservível, ou seja, não está mais funcionando e não há viabilidade técnica e/ou econômica de conserto, ou está funcionando com capacidade abaixo do atendimento da demanda de uso, deve proceder, então, à solicitação de recolhimento do bem.

A formalização do processo de recolhimento do bem (Figura 28) inicia quando o usuário abre um chamado por e-mail à DAP com a solicitação, que deve incluir informações como a descrição do bem, a localização e o código de patrimônio/tombo. Ao receber a solicitação, a DAP gera um número de Requisição de Trabalho (RT), a partir do qual o usuário pode acompanhar o andamento do processo. A equipe de recolhimento irá agendar com o solicitante a retirada do bem. No momento da retirada, a equipe realiza a conferência do bem, verificando a correspondência dos dados informados na solicitação, como o código de tomo nas plaquetas de identificação. Estando conforme, procede-se à assinatura do Termo de Recolhimento de Bens em duas vias (uma para o solicitante e outra para o DAP) e o bem é recolhido e encaminhado ao depósito, para posterior análise e classificação para o desfazimento.

Figura 28 - Processo de recolhimento de bens de informática na UFRPE



Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a).

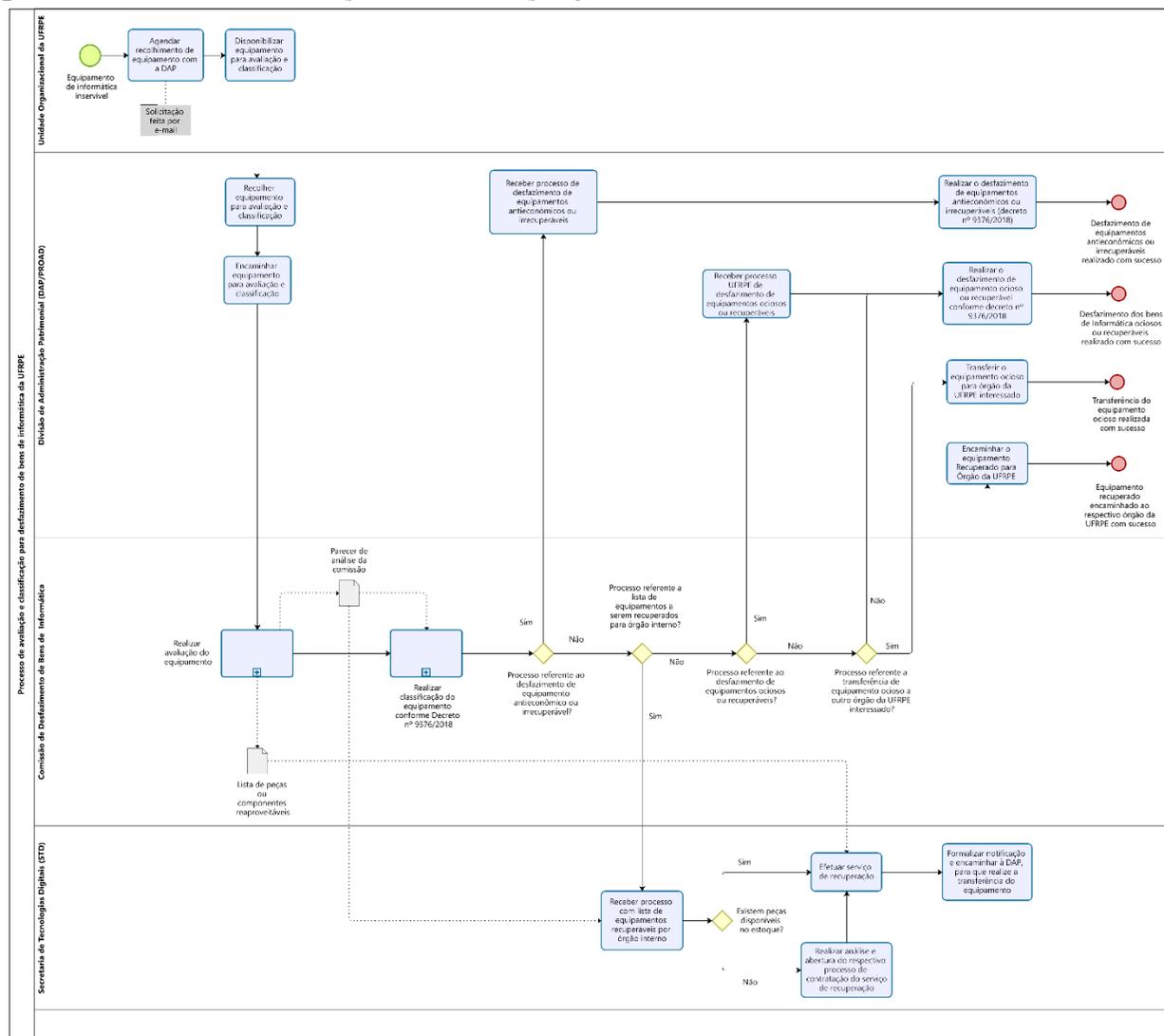
- Operações de saída:

As operações de saída de um equipamento de informática da carga patrimonial da UFRPE abrangem os processos de desfazimento e baixa patrimonial do bem.

O processo de desfazimento dos bens de informática foi estabelecido por meio da Resolução CONSU n° 136/2018 (UFRPE, 2020a) e mapeado pelo Comitê de Tecnologia da Informação, hoje STD, por meio da elaboração do processo de negócio de “Avaliação e Classificação para Desfazimento de Bens de Informática” (UFRPE, 2018).

A partir do modelo documentado e das especificidades identificadas junto à STD e à DAP, foram elaborados os fluxogramas do processo de avaliação e classificação para desfazimento (Figura 29) e respectivos subprocessos.

Figura 29 - Processo de avaliação e classificação para desfazimento de bens de informática da UFRPE



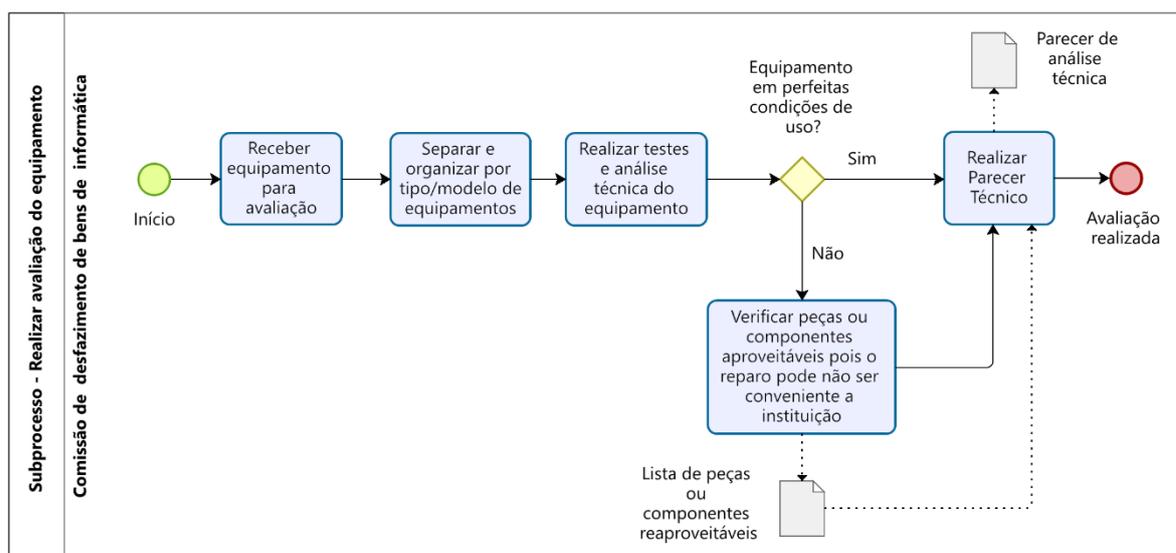
Modeler

Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a; 2018).

O processo de desfazimento dos bens de informática inicia com a solicitação do usuário à DAP para o recolhimento do equipamento considerado inservível. Assim que o bem recolhido chega à DAP, é direcionado para o depósito, onde a comissão de desfazimento de bens irá realizar uma análise voltada para a classificação do bem para o desfazimento, conforme Decreto nº 9373/2018 (Brasil, 2018a).

No subprocesso de avaliação do equipamento (Figura 30), a Comissão faz a triagem por tipo/modelo e realiza testes para verificar se o equipamento está em condições de uso. Caso não esteja, verifica-se a existência de peças ou componentes aproveitáveis para o reparo de outros equipamentos recuperáveis. Nesse caso, as peças e componentes também passam por um controle, devendo ser registrados em uma lista com os códigos de patrimônio dos bens a que estão vinculados, para posterior transferência ao equipamento a ser recuperado.

Figura 30 - Subprocesso de avaliação dos equipamentos de informática



Powered by
brazgr
Modeler

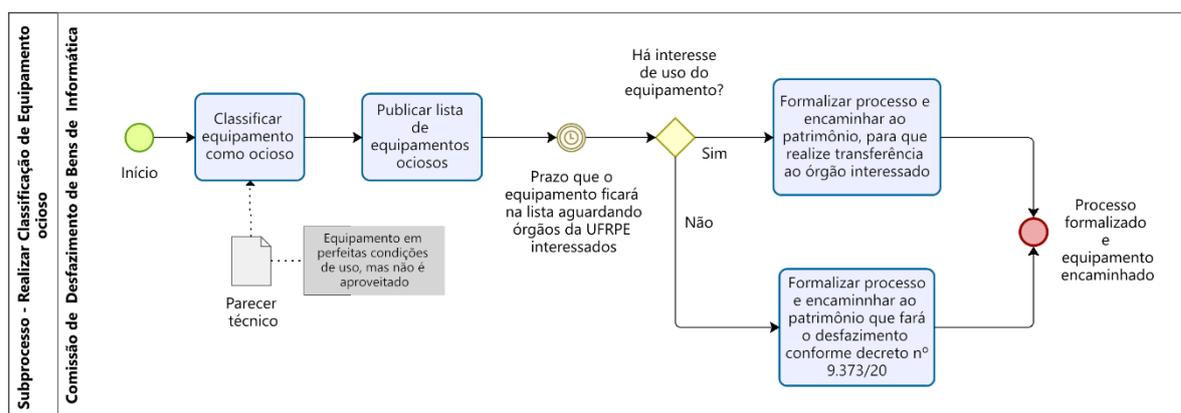
Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a; 2018).

A avaliação do bem inservível deve considerar aspectos que atestem ou não a viabilidade técnica e econômica de realização de reparos, quando for o caso, assim como realizado no processo de manutenção do bem ao longo da sua vida útil. Ao final da avaliação, é emitido um parecer técnico que irá direcionar o desfazimento e destinação final do bem.

A classificação do equipamento é realizada conforme as regras estabelecidas no Decreto nº 9376/2018 (Brasil, 2018a), que classifica o bem inservível como ocioso, recuperável, antieconômico e irrecuperável.

Quando o bem é classificado como ocioso (Figura 31), é incluído em uma lista de equipamentos passíveis de serem utilizados por outros órgãos da UFRPE. Havendo o interesse, procede-se ao processo de transferência interna do equipamento. Outra possibilidade é a transferência externa, ou seja, para outros órgãos da administração pública federal, que deve ser feita por meio do Portal *Doações gov.br*. Caso não seja realizada a transferência, a DAP realizará o desfazimento conforme estabelecido pelo Decreto nº 9373/2018 (Brasil, 2018a).

Figura 31 - Subprocesso de classificação de equipamento de informática ocioso



Powered by
Stratagy
Modeler

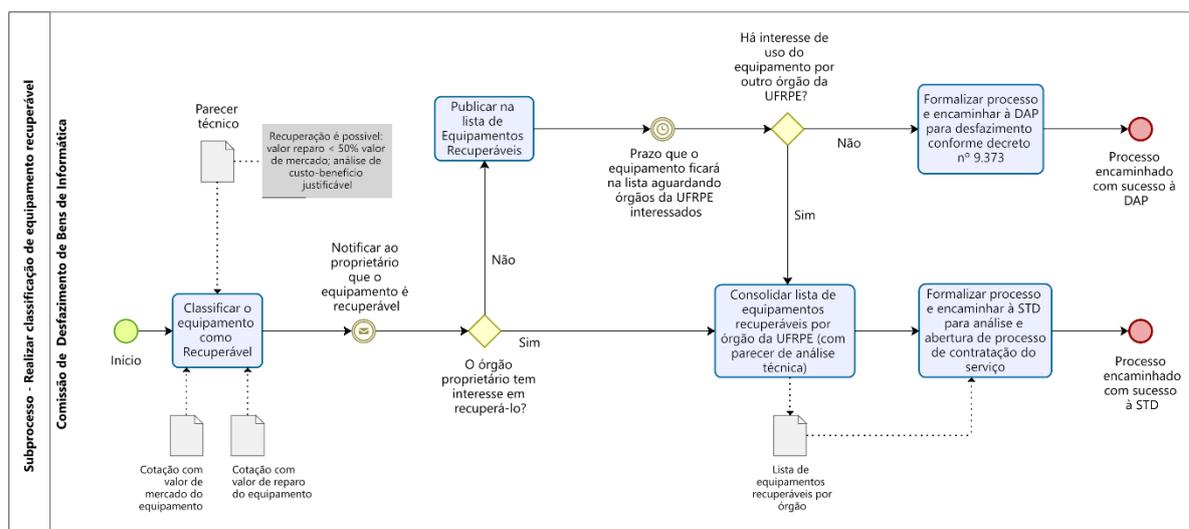
Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a; 2018).

Na prática, esse processo de classificação não tem ocorrido, uma vez que, devido ao grande acúmulo de bens no depósito, as atividades da comissão estão limitadas, não havendo, por isso, uma lista atualizada de equipamentos ociosos divulgada para os órgãos. Geralmente, quando um órgão tem interesse em utilizar um equipamento ocioso, vai diretamente à DAP, que verifica na hora os bens existentes no depósito. Esse fato faz com que muitos equipamentos que poderiam ser reaproveitados fiquem subutilizados e até mesmo sejam degradados a ponto de, com o tempo, se tornarem irrecuperáveis ou antieconômicos.

Dessa forma, para que o reaproveitamento de equipamentos ociosos e recuperáveis entre setores seja viabilizado, é importante que haja uma comunicação efetiva na instituição. Após análise e classificação, a comissão de desfazimento de bens poderia disponibilizar periodicamente por e-mail e site institucional, por exemplo, as listas de equipamentos ociosos e recuperáveis, juntamente com formulário de manifestação de interesse. Essa prática vem sendo adotada por outras instituições, como a USP (Sadalla, 2019) e a Universidade McGill (Leclerc; Badami, 2022), viabilizando o reuso interno de equipamentos que seriam descartados.

Quando o equipamento é classificado como recuperável (Figura 32), a comissão de desfazimento comunica o setor de origem sobre a possibilidade de recuperação. Havendo o interesse de recuperar o bem, procede-se ao reparo. Caso não haja interesse da unidade de origem, o equipamento é disponibilizado para manifestação de interesse de outros setores da UFRPE. Havendo interesse, procede-se ao reparo e à transferência de responsabilidade do bem. Caso contrário, o bem seguirá para o desfazimento.

Figura 32 - Subprocesso de classificação de equipamento de informática recuperável

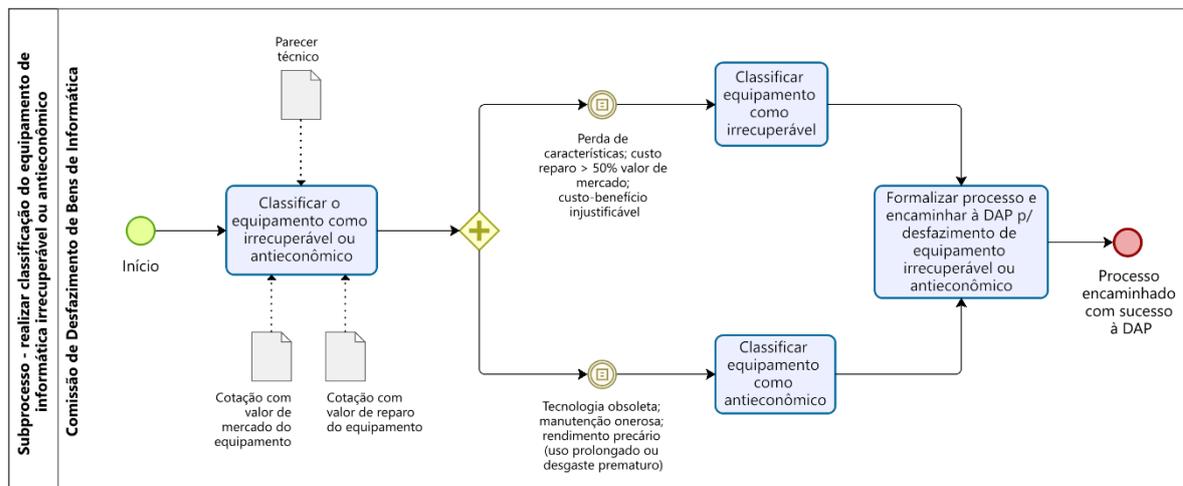


Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a; 2018).

Para os equipamentos recuperáveis também não há, na prática, a publicação de uma lista de equipamentos para manifestação de interesse de outros órgãos. Geralmente, a comunicação se limita ao órgão proprietário do equipamento, que acaba sendo encaminhado diretamente para o desfazimento, quando não há interesse em recuperá-lo.

Uma das formas de desfazimento de equipamentos ociosos e recuperáveis é a doação, desde que seja exclusivamente com fins e uso de interesse social, conforme previsto na Lei nº 8.666/1993 (Brasil, 1993). Quando um equipamento é classificado com irrecuperável ou antieconômico (Figura 33), deve-se proceder ao desfazimento por alienação (venda/leilão), doação ou disposição final ambientalmente adequada. Na UFRPE, a modalidade de desfazimento geralmente adotada é a doação, mas há também a possibilidade de realização de venda por licitação, por meio de leilão, por exemplo.

Figura 33 - Subprocesso de classificação de equipamentos de informática irre recuperáveis ou antieconômicos



Powered by
brazg
Modeler

Fonte: Elaborado pela autora com base em UFRPE (2020a; 2018).

Independente da modalidade de desfazimento adotada, ao final do processo, a DAP procede à baixa do bem no sistema de gestão patrimonial, retirando-se as plaquetas de identificação, que devem ser destruídas. No entanto, o desfazimento e a baixa dos equipamentos não têm sido realizados e os equipamentos vêm sendo acumulados no depósito por tempo indeterminado.

Segundo a DAP, os principais fatores que dificultam esses processos são a falta de infraestrutura física para a realização das atividades de avaliação e classificação dos bens inservíveis, a baixa disponibilidade de equipe, a desatualização de informações sobre a localização e responsabilidade dos bens, que são dados necessários para a baixa patrimonial.

Como relatado, muitas vezes ocorrem transferências e movimentações sem que a DAP seja comunicada, além de haver equipamentos sem plaquetas de identificação, principalmente os mais antigos, dificultando a comprovação da carga patrimonial do bem. O mesmo problema de comunicação foi identificado por Oliveira (2019) na Universidade Federal de São João del-Rei, em que apesar de haver conhecimento sobre os processos de gestão patrimonial, nem sempre os responsáveis pelo bem notificavam o setor de patrimônio sobre movimentações ou sobre a existência de bens inservíveis para recolhimento.

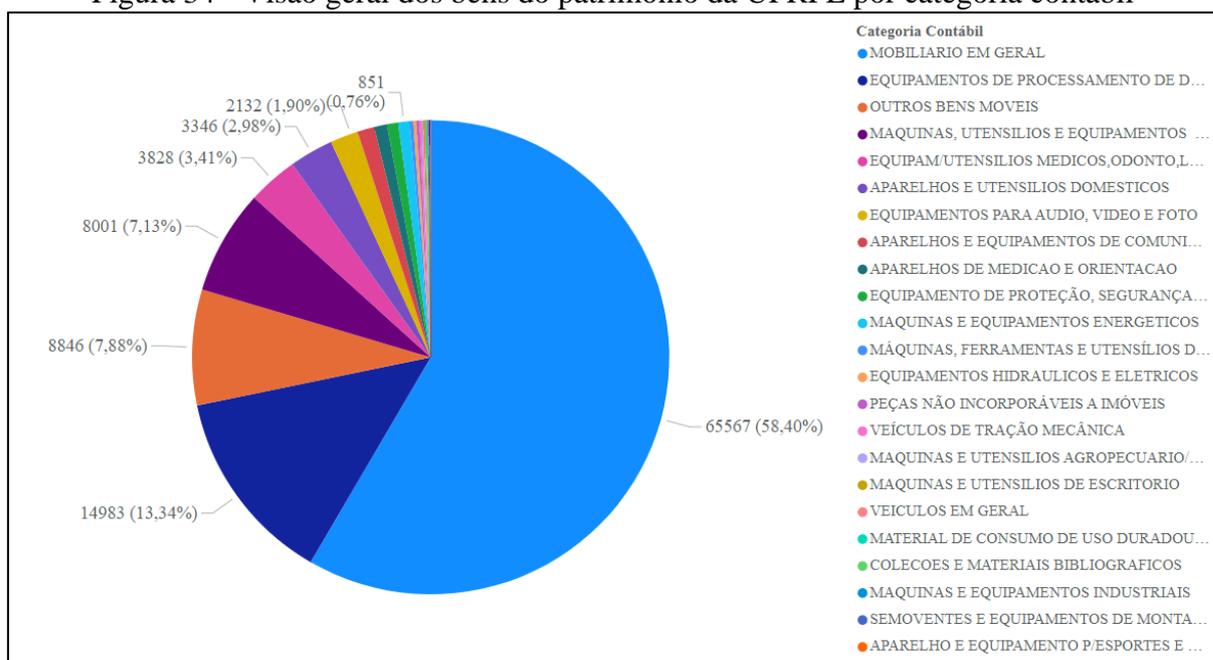
5.5. Análise quantitativa dos bens de informática da UFRPE

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise quantitativa dos bens de informática pertencentes ao patrimônio da UFRPE, incluindo o quantitativo de bens adquiridos no período de 10 anos e a idade média dos equipamentos da instituição.

Conforme relatado pela DAP, os equipamentos de informática são um dos tipos de bens em maior quantidade na carga patrimonial da instituição, assim como os mais solicitados para recolhimento e desfazimento.

A partir dos dados do Sistema de Patrimônio disponibilizados pela DAP, referentes a registros feitos até fevereiro de 2021, foi possível identificar um quantitativo de 112.276 bens pertencentes à carga patrimonial da UFRPE, que são classificados por categoria contábil (Figura 34).

Figura 34 - Visão geral dos bens do patrimônio da UFRPE por categoria contábil

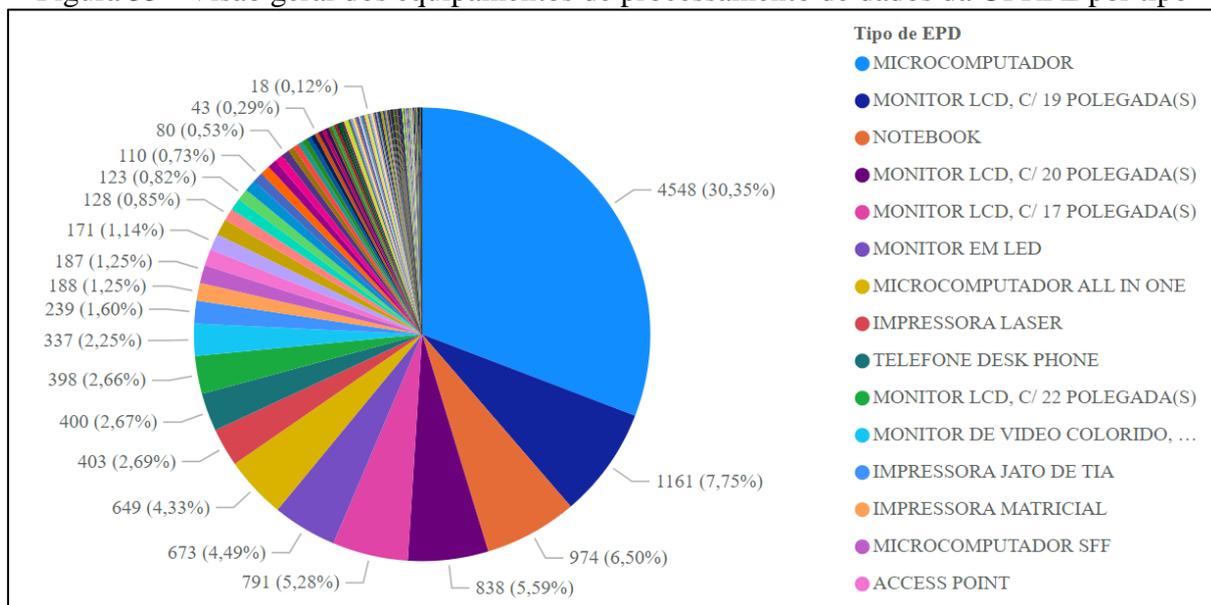


Fonte: A Autora (2023).

Os mobiliários são os bens em maior quantidade na carga patrimonial da UFRPE, representando 58,40% do total. Os equipamentos de processamento de dados (EDP) são a segunda maior categoria de bens, com 14.983 itens (13,34%). Esse quantitativo reforça o fato de que a universidade é uma grande consumidora de EPD, e conseqüentemente, apresenta grande potencial de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Foi possível identificar a distribuição dos EPD por tipo (Figura 35), incluindo microcomputadores, monitores, notebooks, impressoras, telefones, aparelhos de *access point*, entre outros.

Figura 35 - Visão geral dos equipamentos de processamento de dados da UFRPE por tipo

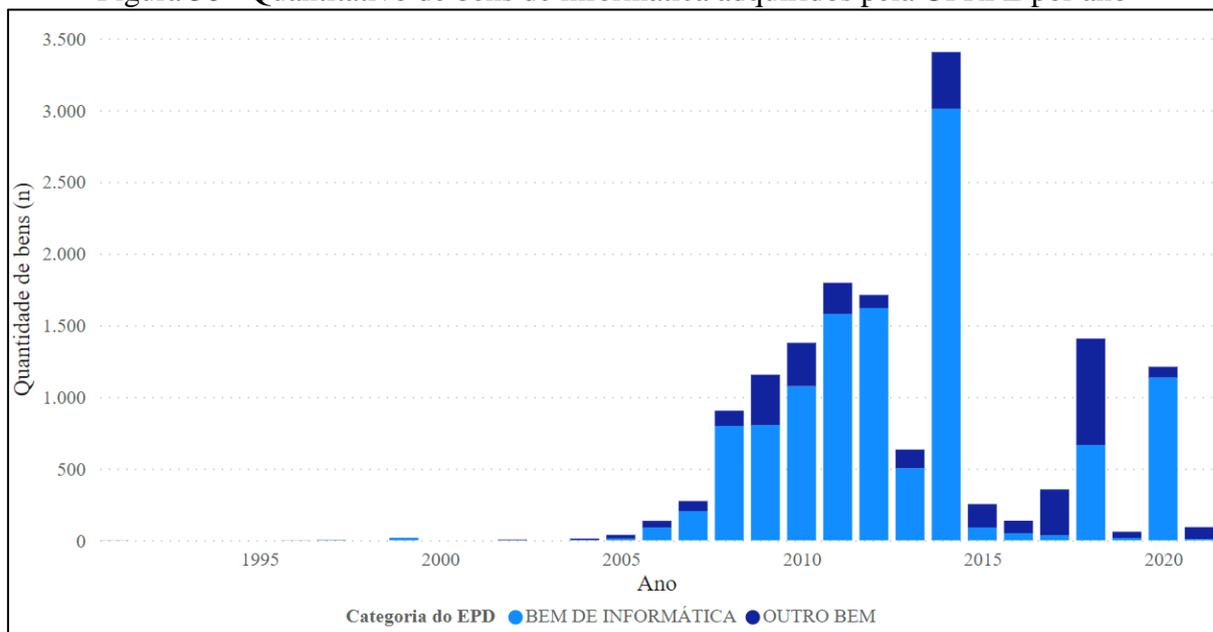


Fonte: A Autora (2023).

Considerando que computadores, monitores e notebooks são classificados, conforme Manual do Patrimônio da UFRPE, como bens de informática, esses itens foram agrupados e diferenciados dos outros EPD. Dessa forma, foi possível identificar que os bens de informática representam o maior quantitativo de EPD da instituição, correspondendo a 78,19%, o que reforça a necessidade de práticas e processos específicos de gerenciamento ao longo de todo o ciclo de vida desses equipamentos. Esse resultado se alinha àqueles identificados por Pereira (2020), em que CPUs e monitores de vídeo correspondiam à maior parte dos EEE da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A partir dos dados referentes à data de aquisição dos equipamentos (Figura 36), foi possível identificar o quantitativo de bens de informática (em azul claro) adquiridos por ano, até fevereiro de 2021, em relação aos outros tipos de EPD (azul escuro). Observa-se que na maioria dos anos, os bens de informática representaram a maior parcela dentre os EPD adquiridos.

Figura 36 - Quantitativo de bens de informática adquiridos pela UFRPE por ano



Fonte: A Autora (2023).

No período de 10 anos (2010-2020) foram adquiridos 12.314 equipamentos de processamento de dados, dos quais 79,4% (9780) são bens de informática (computadores, notebooks e monitores). As maiores aquisições ocorreram em 2014 (3.405 EPD, dos quais 3.010 são bens de informática). De fato, no referido ano, segundo a STD, houve uma demanda de aumento do parque computacional da instituição com a criação de novos cursos e unidades acadêmicas, além de muitos equipamentos antigos também terem sido substituídos por modelos com tecnologia mais avançada.

Entre 2015 e 2019 foi observada uma queda considerável nas aquisições de bens de informática, o que pode ser explicado pelas restrições orçamentárias sofridas pelas IFES brasileiras. Como afirmado pela STD, desde 2015 as aquisições de computadores na instituição ocorreram principalmente com cunho emergencial.

De fato, como evidenciado por Dos Santos e Lira (2022) e De Araújo e Macedo (2022), a crise econômica e política que afetou o Brasil a partir de 2015 teve impacto no ensino superior do país. Para os autores, a redução dos investimentos em educação e o crescimento de restrições orçamentárias para as instituições públicas de ensino superior afetaram as atividades das universidades, precarizando as condições existentes devido à falta de manutenção e de investimento em infraestrutura.

Já em 2020, observou-se um novo aumento das aquisições, o que provavelmente pode estar relacionado a dois fatores: 1. Demanda de substituição de equipamentos com

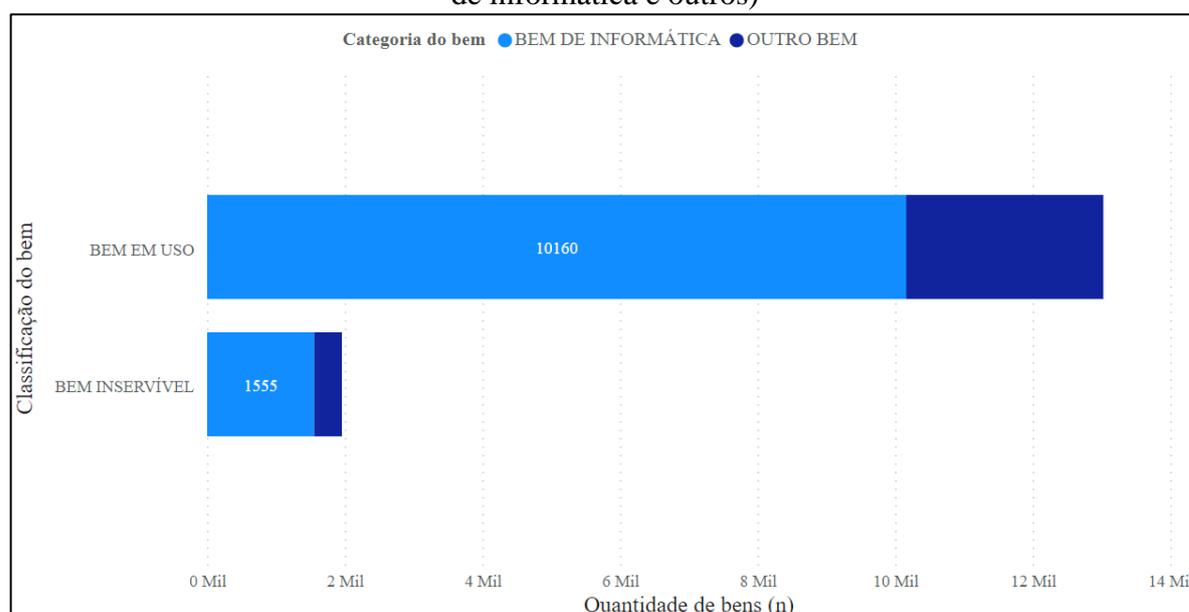
obsolescência técnica, devido ao grande período sem aquisições; 2. Demanda por novas aquisições para suprir a necessidade de atendimento às atividades da instituição que passaram a ocorrer de forma remota com a instauração da pandemia de COVID-19.

Considerando que os bens que são armazenados no depósito são aqueles considerados inservíveis e descartados por seus usuários, foi possível diferenciar e classificar, portanto, a partir dos dados de localização dos bens, os EPD em inservíveis (quando localizados no depósito do patrimônio) e em uso (quando localizados nas diversas unidades organizacionais).

Dessa forma, observou-se que 13,07% dos EPD da UFRPE encontram-se acumulados no depósito de bens inservíveis, aguardando a finalização do processo de desfazimento e baixa patrimonial, para posterior destinação final ambientalmente adequada. Uma vez que esses dados são referentes até fevereiro de 2021, é esperado que esse quantitativo tenha aumentado até 2023, representando um grande passivo para a instituição.

Com relação aos bens de informática, observou-se que esses representam 78,0% dos EPD em uso na instituição e 79,4% dos equipamentos inservíveis (Figura 37). Assim, pode-se concluir que há um grande potencial de geração de resíduos oriundos dos bens de informática em uso, assim como a maior parte dos equipamentos que se encontram acumulados no depósito são computadores, notebooks e monitores de vídeo. Esses dados acendem um alerta para a problemática que esses equipamentos podem representar para a instituição, se não houver uma gestão adequada.

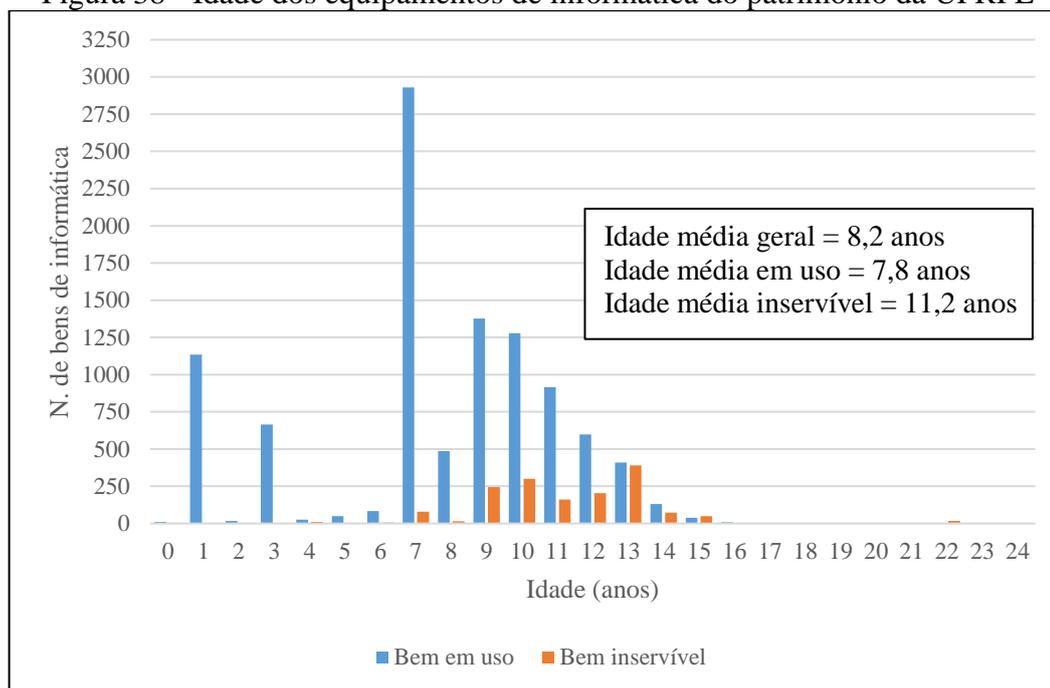
Figura 37 - Quantitativo de bens por classificação (em uso e inservível) e por categoria (bem de informática e outros)



Fonte: A Autora (2023).

Não foi possível identificar a vida útil dos bens de informática da instituição a partir do banco de dados do sistema de gestão patrimonial, uma vez que não havia registros sobre a baixa patrimonial. No entanto, foi determinada a idade dos equipamentos pertencentes à carga patrimonial da UFRPE (Figura 38), tomando como base o ano de aquisição e o ano de disponibilização dos dados (2021).

Figura 38 - Idade dos equipamentos de informática do patrimônio da UFRPE



Fonte: A Autora (2023).

Os equipamentos de informática da UFRPE apresentam uma idade média de 8,2 anos. O equipamento mais antigo e ainda em uso é um microcomputador adquirido em 1997, enquanto o mais recente também em uso é um computador de última geração com tela de retina que teve entrada na carga patrimonial em 2021. A idade média dos bens de informática em uso da instituição é de 7,8 anos, 1,6 vezes acima da vida útil esperada, de 5 anos (ABDI, 2013).

Observa-se que 81,3% dos equipamentos de informática em uso possui idade acima da vida útil esperada, o que pode estar relacionado com a existência de práticas para conservação dos bens pelos usuários e também com a redução das aquisições devido às restrições orçamentárias, forçando o uso dos equipamentos por períodos mais longos, mesmo que o desempenho não seja o ideal. Por outro lado, devido à idade elevada, há expectativa que em

breve esses itens atinjam a obsolescência e sejam descartados pelos usuários, tornando-se resíduos.

Como observado anteriormente, muitos desses equipamentos encontram-se no depósito de bens inservíveis da instituição, cerca de 1.555 itens (13,3% do total de bens de informática registrados na carga patrimonial), ou seja, esses bens foram descartados pelos usuários, o que significa que tiveram sua vida útil finalizada. No entanto, devido não haver registros da data de entrada dos bens no depósito, não foi possível identificar quantitativamente a vida útil desses equipamentos, somente a idade estimada até 2021.

Assim, foi identificado que o bem de informática mais antigo que se encontra no depósito é um microcomputador de 1999 e o mais recente é um microcomputador de 2017. A média de idade dos bens de informática que se encontram no depósito é de 11,2 anos, o que demonstra que provavelmente os equipamentos vêm sendo acumulados há muito tempo, sem passar pelo processo de baixa patrimonial e receber a destinação final adequada. Pereira (2020) também identificou que os CPUs e monitores de vídeo inservíveis da UFRGS que haviam recebido baixa possuíam idade avançada, entre 9 e 11 anos. Já Babbitt, Williams e Kahhat (2011), identificaram que os computadores e monitores descartados pela ASU possuíam idade variando entre 1 e 20 anos.

Foi possível identificar que 99,4% dos equipamentos do depósito possuem idade entre 6 e 22 anos, estando acima da vida útil esperada de 5 anos. Partindo da premissa que quanto maior a idade, maior a tendência à obsolescência técnica, então, os bens acumulados no depósito teriam menor possibilidade de recuperação e reuso, sendo mais recomendada a reciclagem, como ressaltado por Shittu, Williams e Shaw (2022). No entanto, a análise e classificação desses bens é necessária para que seja realizada a destinação adequada.

É importante ressaltar que, devido às dificuldades de controle de movimentações internas e a desatualização de informações sobre a situação e a localização dos bens, como relatado no tópico 5.4.1, pode haver equipamentos de informática nas unidades organizacionais que estão fora de uso e deveriam ser recolhidos como bens inservíveis, o que pode influenciar na identificação da situação real dos bens. Assim, a realização de um inventário se faz necessária para confirmar essas informações.

- Proposta de painel automatizado para gestão patrimonial dos bens da UFRPE

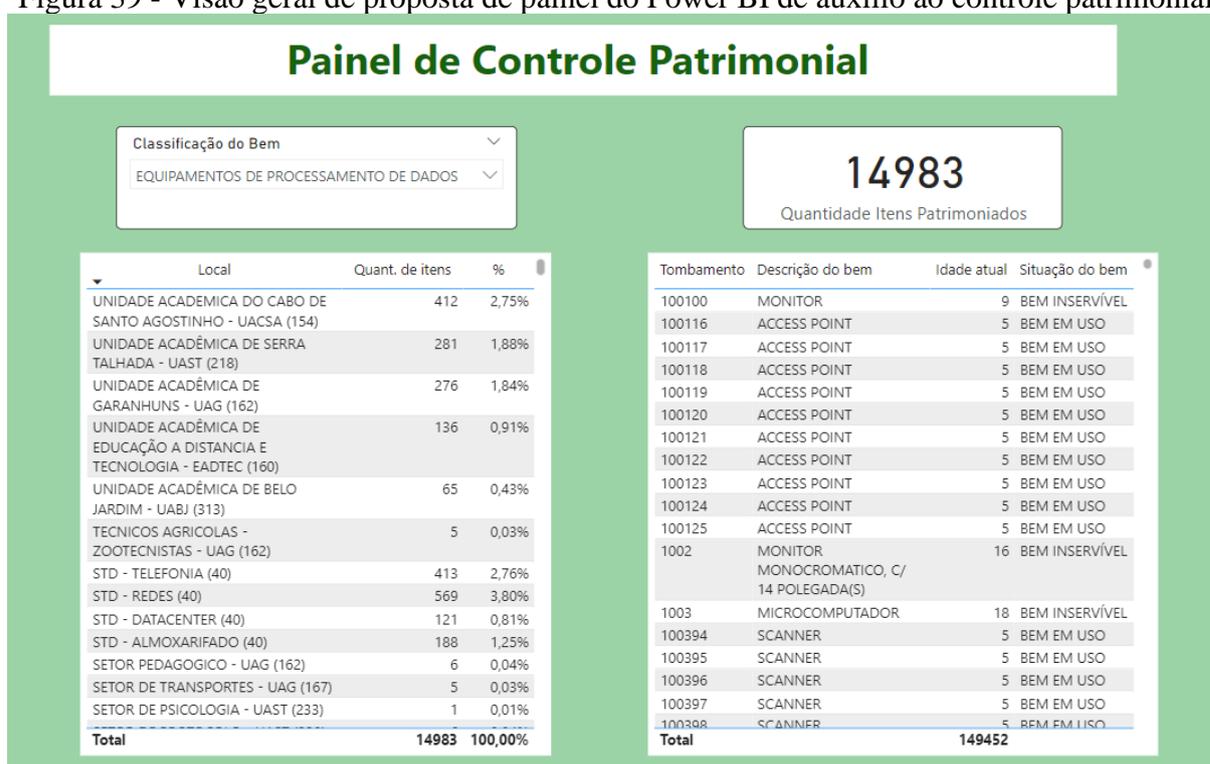
Diante do elevado quantitativo de bens da instituição e da complexidade da gestão patrimonial, principalmente no que tange ao controle e registro das informações, a implantação de um sistema de informações eficiente é necessária para que a gestão dos bens de informática

seja adequada e sustentável, como defendido por Panizzon, Reichert e Schneider (2017) e Alves e Farina (2018). Os autores afirmam que esses sistemas devem permitir o controle da localização dos EEE e REEE e da baixa patrimonial, assim como a inclusão de orientações sobre como acondicionar e destinar corretamente os equipamentos ao final da vida útil, para que a gestão dos bens de informática seja adequada e sustentável.

Dessa forma, a partir do banco de dados do Sistema de Gestão Patrimonial da UFRPE, utilizando o Power BI, foi possível apresentar uma proposta de painel com relatório com a visão geral dos bens da UFRPE por categoria contábil (Figura 39), de forma a permitir ao gestor:

- Selecionar a categoria contábil a ser analisada;
- Visualizar o quantitativo de bens por categoria contábil;
- Identificar a localização (unidade organizacional) do bem na instituição;
- Visualizar o quantitativo de bens por localização (unidade organizacional) na instituição;
- Visualizar a descrição de cada bem, com respectivo código de tombamento;
- Visualizar a idade do bem, em relação ao ano atual;
- Identificar a situação do bem com base na localização: inservível (depósito); em uso (outras unidades organizacionais).

Figura 39 - Visão geral de proposta de painel do Power BI de auxílio ao controle patrimonial



Fonte: A Autora (2023).

A visualização de dados proporcionada pelo painel pode facilitar o processo de tomada de decisão dos gestores que estão à frente da gestão patrimonial, uma vez que a base de dados utilizada pode ser alimentada periodicamente com informações dos inventários dos bens. O cálculo da idade pode facilitar o planejamento quanto à demanda de solicitação por recolhimento e desfazimento dos bens, a avaliação sobre as possibilidades de reuso, assim como o direcionamento da destinação final. A identificação da situação do bem como inservível ou em uso, em conjunto com a idade, pode auxiliar no dimensionamento e organização do depósito, assim como na tomada de decisão quanto às possibilidades de destinação dos equipamentos.

Cabe ressaltar que, devido à ausência de algumas informações no banco de dados e à falta de atualização do inventário patrimonial, o painel proposto apresenta algumas limitações:

- i. Considerando que a vida útil de um bem na instituição é o período entre a data de aquisição e a data de baixa patrimonial, devido à ausência de informações sobre a baixa patrimonial no banco de dados, não foi possível determinar a vida útil do bem. O painel proposto calcula apenas a idade do bem considerando a data de aquisição e a data de acesso ao sistema Power BI (data atual).
- ii. A classificação da situação do bem como inservível ou em uso foi realizada a partir dos dados de localização do bem, considerando que aqueles com indicação de localização no depósito estão fora de uso e, portanto, são inservíveis; e aqueles localizados nas outras unidades organizacionais estão em uso. Essa classificação não é exata, uma vez que muitos equipamentos registrados como em uso podem estar obsoletos e fora de uso nas unidades, mas não foram encaminhados para o depósito.
- iii. Não foi possível incluir a indicação de possibilidades de destinação adequada conforme a classificação dos bens inservíveis (ocioso, recuperável, antieconômico e irrecuperável), uma vez que não há registros sobre esses dados no sistema.

Diante dessas limitações, algumas recomendações são propostas para melhoria do painel e da gestão dos bens de informática da instituição:

- i. A realização de inventários periódicos é fundamental para a quantificação e identificação da situação dos EEE existentes, sendo necessário manter registros constantes para que as informações apresentadas no painel sejam fidedignas e atualizadas, assim como enfatizado nas pesquisas de Pannizon, Reichert e

Schneider (2017), Alves e Farina (2018), Dayaday e Galleto (2022) e Leclerc e Badami (2022).

- ii. Além do inventário, é importante que sejam retomadas as atividades de avaliação e classificação para desfazimento dos bens inservíveis, de forma a viabilizar a inclusão de informações sobre as classificações e sobre a baixa patrimonial dos bens no banco de dados e o estabelecimento de orientações sobre as formas de acondicionamento e destinação adequadas, com base na legislação vigente, auxiliando na tomada de decisão sobre a gestão dos REEE da instituição.

5.6. Levantamento das práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na UFRPE

Nesta seção são apresentados os resultados do levantamento das práticas de gestão de REEE adotadas pela UFRPE, considerando a perspectiva de todo o ciclo de vida dos equipamentos de informática da instituição.

5.6.1. Identificação de aspectos relativos à utilização dos bens de informática

A partir da visita aos laboratórios de informática do *Campus Dois Irmãos*, foram identificados o estado dos equipamentos, a percepção do usuário com relação à obsolescência e a idade média dos computadores.

Os 16 laboratórios visitados somaram um total de 404 computadores, os quais foram classificados, a partir da percepção do usuário (técnicos responsáveis pelos laboratórios), como em uso (bons) e como inservíveis (ociosos, recuperáveis, irrecuperáveis, antieconômicos).

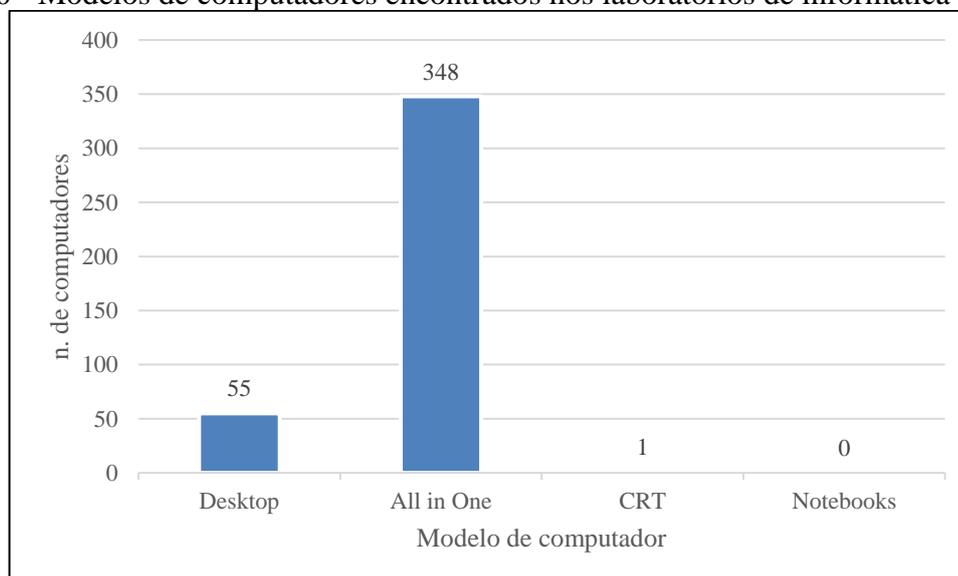
A partir da investigação dos principais aspectos considerados pelo usuário na análise da obsolescência dos computadores, foi possível identificar que, para classificação dos equipamentos como inservíveis ou bons, os usuários consideraram, principalmente, a ocorrência de problemas com hardware (queima de memória RAM e de placa mãe, por exemplo) (59%) e problemas com atualização de softwares (incompatibilidade de hardware e software, por exemplo) (41%). Dessa forma, pode-se inferir que a obsolescência técnica é a que mais influencia a vida útil dos computadores dos laboratórios de informática da UFRPE.

Por outro lado, observou-se que os aspectos estéticos e avanços tecnológicos recentes (obsolescências perceptiva e planejada) não são considerados pelo usuário, o que pode ser explicado pela finalidade de uso dos computadores, que consiste em promover condições para a realização de atividades de ensino e pesquisa.

Como relatado por um dos técnicos responsáveis pelos laboratórios, nas solicitações de aquisição de novos equipamentos é importante que sejam explicitadas configurações técnicas mínimas para que a máquina atenda a funcionalidade de aprendizado desejada, considerando o custo x benefício do equipamento e a homogeneidade do parque computacional, independente de marca.

Com relação aos modelos de computadores (Figura 40) existentes nos laboratórios de informática da UFRPE, o principal modelo identificado foi o tipo All in One (86,1%), que integra CPU e monitor em uma única máquina, enquanto os computadores tipo Desktop correspondem a 13,6%. Foi encontrado um único computador com monitor do tipo CRT (tubo de raios catódicos). Não foram encontrados computadores do tipo notebooks compondo os parques computacionais dos laboratórios. Observa-se, portanto, certa homogeneidade nas tipologias das máquinas. Segundo a Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2020) do Ministério da Economia, a padronização dos parques computacionais favorece o gerenciamento dos equipamentos, minimizando falhas, aumentando a compatibilidade e facilitando o suporte ao usuário.

Figura 40 - Modelos de computadores encontrados nos laboratórios de informática da UFRPE

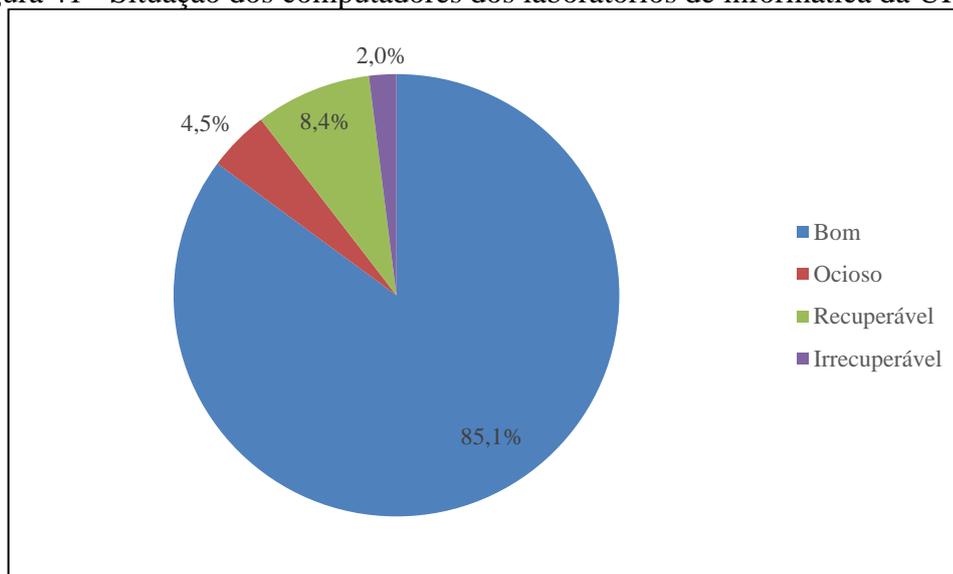


Fonte: A Autora (2023).

Com relação à situação dos equipamentos (Figura 41), do total de computadores analisados, 85,1% apresentaram bom estado, enquanto 14,9% foram considerados inservíveis (ocioso, recuperável, antieconômico, irrecuperável) pelos usuários e encontram-se fora de uso. Dentre os equipamentos inservíveis, a maior parte foi classificada como recuperável (8,4%), o que significa que esses computadores provavelmente estão aguardando manutenção para que

possam continuar a ser utilizados. 4,5% dos computadores são ociosos e poderiam ser reaproveitados, uma vez que mesmo que não sejam funcionais para o local que se encontram, poderiam ser reutilizados por outros setores. 2,0% foram considerados irrecuperáveis pelos usuários e deveriam ser encaminhados para o depósito de bens inservíveis para receberem a destinação adequada.

Figura 41 - Situação dos computadores dos laboratórios de informática da UFRPE



Fonte: A Autora (2023).

De modo geral, a quantidade de computadores considerados inservíveis nos laboratórios foi baixa, o que provavelmente pode ser explicado pelo fato de que a maior parte dos usuários, conscientes da existência dos processos de controle patrimonial, assim que identificam um problema e este não pode ser solucionado por meio de chamado de manutenção junto à STD, procedem com o encaminhamento dos equipamentos para o setor de patrimônio, conforme processos de recolhimento e desfazimento dos bens inservíveis apresentados na seção 5.4.

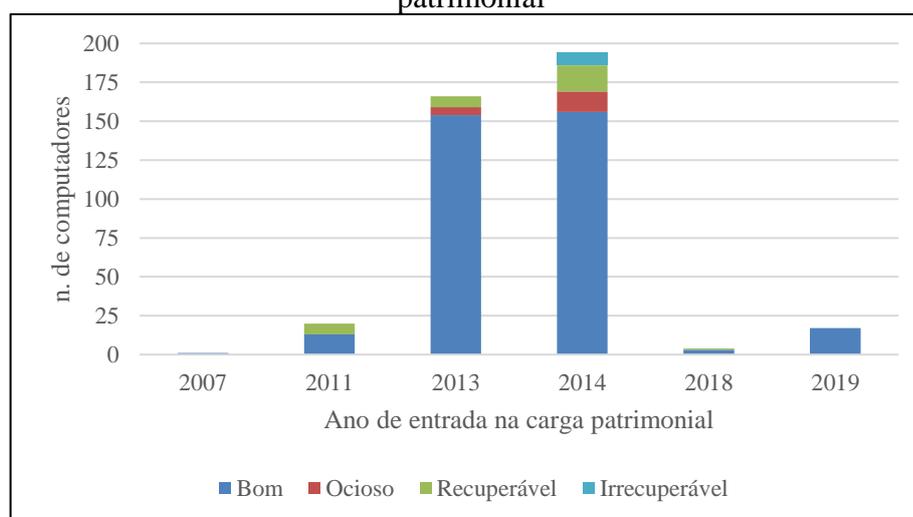
Também foi investigada a existência de processos internos de controle do patrimônio adotados especificamente no gerenciamento dos laboratórios. Foi observado que 81% dos laboratórios apresentavam algum tipo de controle interno de patrimônio.

Apesar de todos os técnicos responsáveis terem ciência das orientações relativas ao controle patrimonial, como a de direcionamento dos bens inservíveis para recolhimento pelo patrimônio, foram identificados 3 laboratórios que não possuem nenhum tipo de procedimento interno específico para a gestão dos bens de informática. De modo geral, os laboratórios que realizam controle patrimonial interno, o fazem por meio de registro dos números de tomo em planilhas simples, sem identificação da situação dos equipamentos. No entanto, algumas

práticas específicas foram identificadas nos laboratórios dos edifícios A e B, como a existência de rotinas de atualização periódica de inventário e de processos mapeados de recolhimento de bens.

Também foi identificado o ano de entrada dos computadores na carga patrimonial da UFRPE, considerando as classificações dos computadores analisados (Figura 42).

Figura 42 - Relação dos computadores conforme situação e ano de entrada na carga patrimonial



Fonte: A Autora (2023).

A maior quantidade de computadores data de 2013 (41,1%) e 2014 (48,0%), anos em que houve grande aquisição de equipamentos para troca dos parques computacionais da UFRPE, conforme relatado pela STD. Essas datas também correspondem aos anos de entrada da maior parte dos computadores ainda em boas condições de uso nos laboratórios da UFRPE, o equivalente a 90%.

Destaca-se que o equipamento mais antigo ainda em funcionamento data de 2007 (Figura 43), acumulando mais de 15 anos de uso. Trata-se de um computador com monitor do tipo CRT, tecnologia considerada obsoleta com a substituição por monitores do tipo LCD e LED. Apesar do obsoletismo tecnológico, de acordo com o usuário, a expectativa é que o equipamento ainda seja utilizado por pelo menos mais 3 anos.

Figura 43 - Computador do ano de 2007, ainda em uso em um dos laboratórios de informática da UFRPE

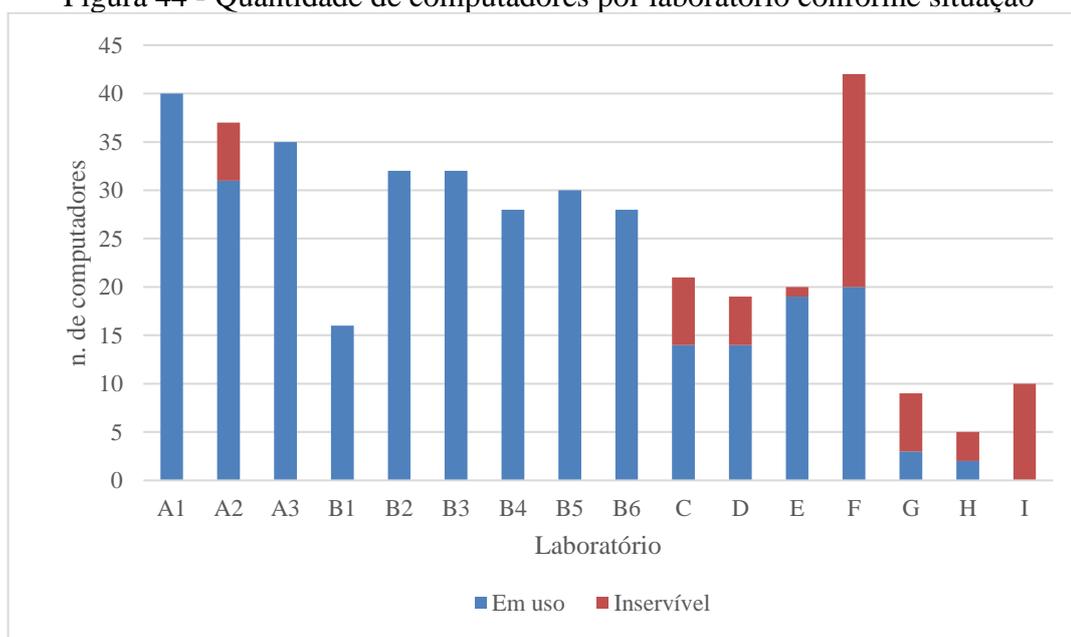


Fonte: A Autora (2022).

Os computadores mais recentes datam de 2019 e se encontram em boas condições de uso. Por outro lado, foi identificado um computador adquirido em 2018 que apresentou problemas e aguardava manutenção (recuperável).

No que tange à distribuição do quantitativo de computadores por laboratório por situação (em uso ou inservível) (Figura 44), observa-se que os computadores dos edifícios A (laboratórios A1, A2 e A3) e B (laboratórios B1 a B6) apresentam os maiores parques computacionais. Enquanto o menor quantitativo de computadores encontra-se nos laboratórios dos edifícios G e H. Essa diferença pode ser explicada pela finalidade de uso dos laboratórios existentes. Por exemplo, aqueles localizados nos edifícios A e B dão suporte às atividades dos cursos do departamento de informática e de outros cursos que demandam o apoio de recursos de TIC. Já os laboratórios G e H dão suporte às atividades dos cursos de medicina veterinária e biologia, sendo utilizados principalmente para acesso à internet e realização de pesquisas simples.

Figura 44 - Quantidade de computadores por laboratório conforme situação



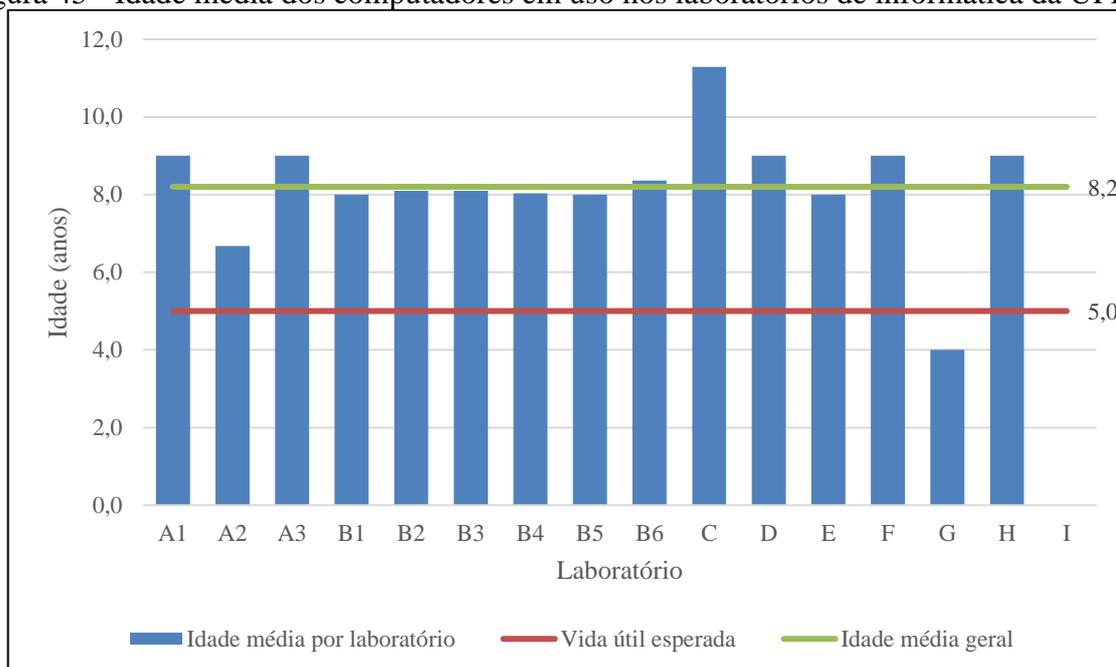
Fonte: A Autora (2023).

Pode-se observar que 50% dos laboratórios (A1, A3, B1, B2, B3, B4, B5 e B6) não apresentam computadores fora de uso. Os laboratórios dos edifícios A e B se diferenciam dos demais por possuírem práticas internas mais robustas de controle patrimonial, como a existência de rotinas de atualização periódica de inventário e de processos mapeados de recolhimento de bens. Já o laboratório I encontra-se fechado desde 2019, com computadores ociosos, devido à falta de técnico de laboratório para manter o local em funcionamento.

Observa-se que muitos laboratórios acumulam bens inservíveis, que deveriam ser recolhidos pela DAP. Foi relatado por alguns técnicos a falta de suporte para manutenções e a existência de dúvida quanto às possibilidades de reparo dos equipamentos. Assim, preferia-se acumular o equipamento a enviar ao patrimônio, uma vez que novas aquisições estavam suspensas devido às restrições orçamentárias. Isso pode explicar o número considerável de bens inservíveis nos locais. Oliveira (2019) identificou prática semelhante entre os responsáveis por bens do patrimônio da UFSJ, que não solicitavam o recolhimento dos bens e acabavam acumulando-os nos setores.

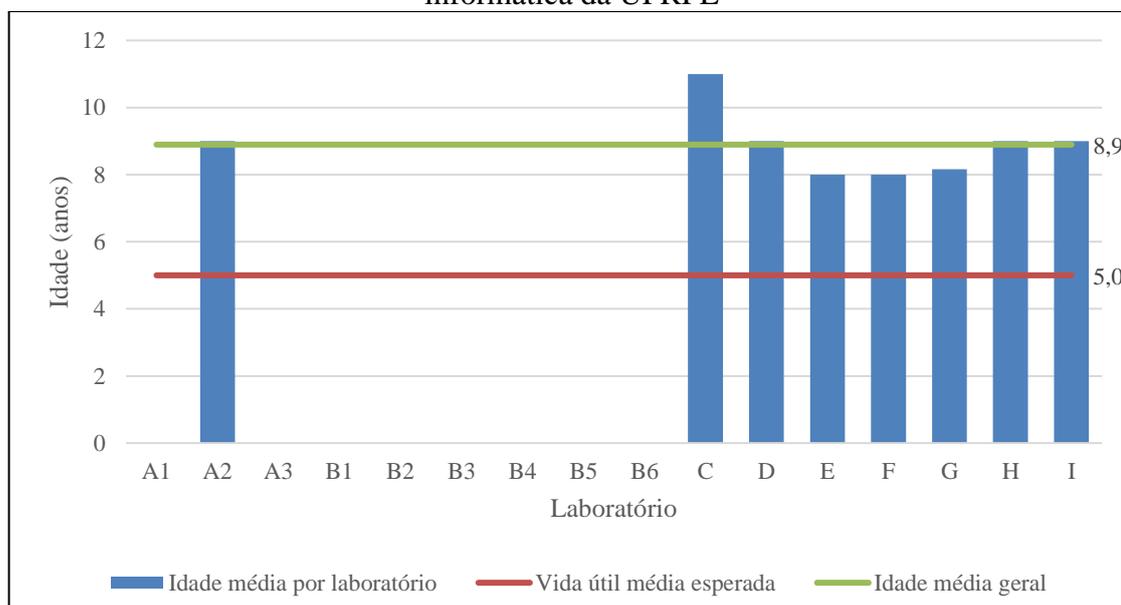
Para melhor compreensão da situação dos equipamentos em cada laboratório, foi calculada a idade média dos computadores em uso (Figura 45) e inservíveis (fora de uso) (Figura 46).

Figura 45 - Idade média dos computadores em uso nos laboratórios de informática da UFRPE



Fonte: A Autora (2023).

Figura 46 - Idade média dos computadores inservíveis (fora de uso) nos laboratórios de informática da UFRPE



Fonte: A Autora (2023).

Considerando que a vida útil média esperada para os computadores é de 5 anos, observou-se que os equipamentos em uso e os inservíveis apresentaram uma idade média geral aproximadamente 1,6 e 1,8 vezes maior do que a vida útil esperada, respectivamente.

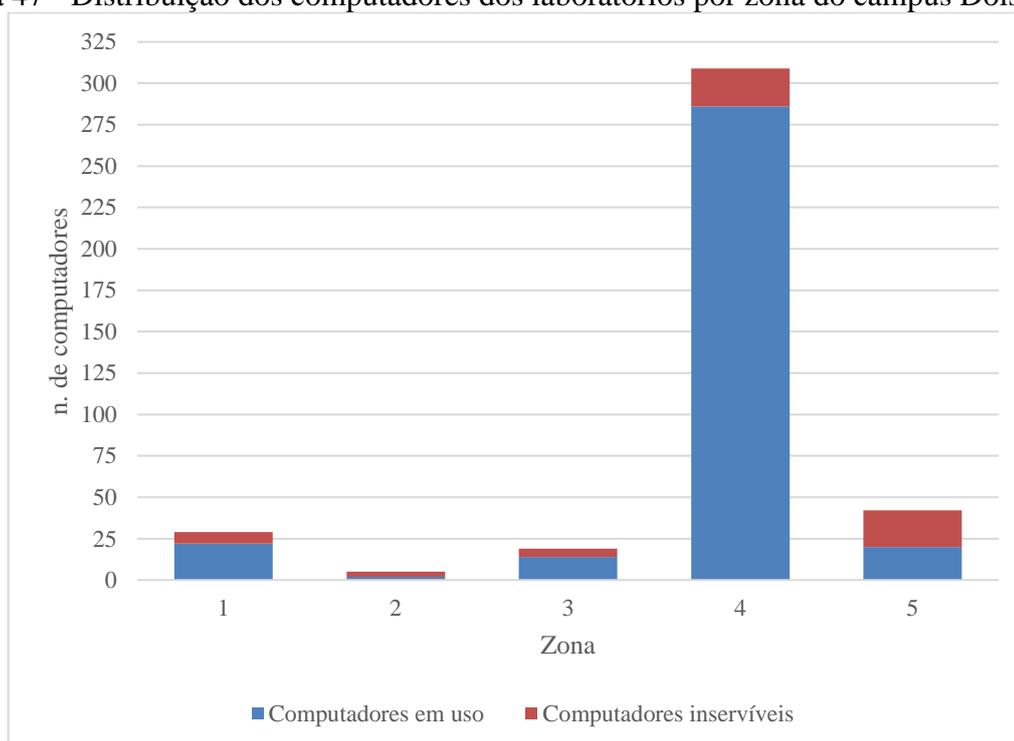
Um fator a se considerar quando se analisa a vida útil de um computador é a existência de procedimentos de controle de utilização. Como afirma a Green Eletron (2021), para que um equipamento eletroeletrônico seja conservado e tenha maior vida útil, cuidados na utilização

são necessários, sendo que até a forma como um computador é ligado e desligado pode afetar o funcionamento.

Assim, ao analisar a existência de práticas de controle de uso, dos 15 laboratórios em funcionamento, observou-se que 93% realizavam algum tipo de controle, como a liberação de uso somente para aulas, em horários reservados e com a supervisão de um responsável (professor ou técnico do laboratório). Apenas um laboratório (G) funcionava sem a aplicação de práticas de controle de uso, sendo aberto ao público, sem a existência de supervisão, o mesmo que apresentou maior número de equipamentos inservíveis em relação aos em boas condições de uso.

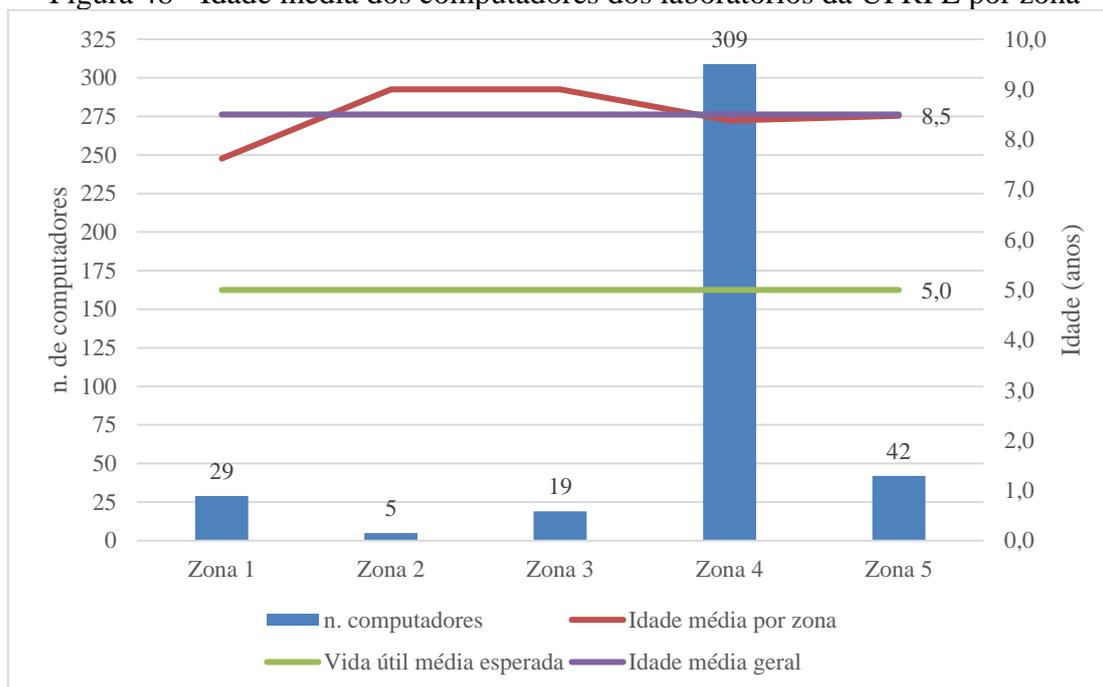
Para fins de identificação do potencial de geração de resíduos de cada zona do *campus* Dois Irmãos, os dados dos laboratórios foram agregados. Assim, foi analisada a distribuição do quantitativo de computadores por zona conforme situação (Figura 47) e a idade média dos computadores por zona (Figura 48).

Figura 47 - Distribuição dos computadores dos laboratórios por zona do campus Dois Irmãos



Fonte: A Autora (2023).

Figura 48 - Idade média dos computadores dos laboratórios da UFRPE por zona



Fonte: A Autora (2023).

Pode-se observar que a zona 4 apresenta maior quantidade de computadores (76,5% do total), dos quais 92,6% estão em bom estado e 7,4% são inservíveis. Esse quantitativo era esperado, pois a referida zona concentra também a maior quantidade de laboratórios de informática (11) da instituição. A zona 2 apresenta o menor parque computacional, com um único laboratório que representa 1,2% do total de computadores da instituição (2 em uso e 3 inservíveis). As zonas 1 e 3 não apresentam grandes parques computacionais (7,2% e 4,2% do total, respectivamente), mas com relação à situação dos computadores, a maioria encontra-se em boas condições de uso (75,9% e 73,7%). A zona 5 é a segunda com maior parque computacional da instituição (10,4% do total), porém apresenta mais da metade dos equipamentos fora de uso.

Considerando a situação dos computadores, todas as zonas possuem equipamentos inservíveis que deveriam seguir para os processos de desfazimento e destinação adequada, sendo as zonas 5 e 4 as maiores geradoras de REEE, somando 45 itens.

Quando se analisa a idade média dos computadores em cada zona, identificou-se que a idade média geral dos computadores foi de 8,5 anos. Apenas as zonas 1 e 4 apresentaram idade média abaixo da média geral, respectivamente 7,6 e 8,4 anos, mas ainda muito próximas da média geral. No entanto, observou-se que em todas as zonas a idade média dos computadores ficou acima da vida útil esperada de 5 anos. As zonas 2 e 3 apresentaram a maior média de

idade (9 anos), enquanto a menor média foi observada na zona 1 (7,6 anos). Devido ao grande quantitativo de bens e a idade avançada (8,4), espera-se que a zona 4 tenha o maior potencial de geração de REEE no curto-médio prazo.

No que tange às possíveis destinações desses bens ao final da vida útil, considerando que quanto maior a idade de um bem, maior a tendência à obsolescência técnica, o reuso pode se tornar inviável, sendo mais recomendada a reciclagem, em consonância com o que afirmam Shittu, Williams e Shaw (2022).

5.6.2. Práticas de gestão de REEE adotadas na UFRPE

Na presente pesquisa, foi possível identificar as principais ações e atores envolvidos nas soluções voltadas à gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da UFRPE, sendo apresentados aspectos relacionados aos instrumentos de gestão ambiental, à gestão do ciclo de vida dos EEE e às práticas de gerenciamento de REEE adotadas na instituição.

- Instrumentos de gestão ambiental e sua relação com a gestão de REEE

A gestão e o planejamento institucional da UFRPE são norteados pelo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), com vigência entre 2021 e 2030. O Plano é o principal instrumento direcionador da atuação da instituição, seja nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, de inovação ou de gestão (UFRPE, 2021a). Analisando o documento na perspectiva da gestão ambiental e da sustentabilidade, foi possível identificar que o plano foi elaborado considerando a integração da Agenda 2030 e dos ODS aos objetivos estratégicos e específicos do PDI.

O PDI da UFRPE apresenta uma seção específica de objetivos e metas que direcionam a gestão socioambiental na instituição, dentre os quais uma meta está voltada para a gestão de resíduos sólidos e previa a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) até o final de 2022. No entanto, conforme Painel de Monitoramento do PDI¹⁰, o PGRS não foi elaborado, devido à baixa disponibilidade de equipe técnica e limitações orçamentárias.

Com relação à gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, foi identificado somente um objetivo que prevê a identificação e mapeamento da localização dos ativos de TIC da universidade, não havendo objetivos ou metas específicas que abordam o gerenciamento dos REEE em si. No entanto, como observado no tópico 5.4, esse objetivo está alinhado com a

¹⁰ O acompanhamento dos resultados alcançados ao longo da execução das ações e metas previstas no PDI da UFRPE é realizado por meio do Painel de Monitoramento do PDI, que é atualizado constantemente e pode ser acessado a partir do site da PROPLAN por meio do link: <http://www.proplan.ufrpe.br/node/561>.

necessidade urgente de atualização das informações sobre a localização dos equipamentos de informática para melhoria da eficiência dos processos de controle patrimonial e, conseqüentemente, das práticas de gestão dos resíduos advindos desses equipamentos. Isso vai de encontro ao que defendem Leclerc e Badami (2022), que a partir da mudança do foco da gestão do resíduo para a dos ativos de TI, ao longo de todo o ciclo de vida, conseguiram implantar melhorias na Universidade McGill, tornando a gestão mais sustentável.

Dentre os objetivos estratégicos do PDI está a busca pela efetivação da logística sustentável, à qual é norteada pelo Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) da instituição. Na versão vigente do PLS da UFRPE (2022-2023) quando da execução desta pesquisa, não foram identificadas ações específicas relacionadas à gestão de REEE ou alguma fase específica do ciclo de vida dos equipamentos de informática da instituição. No entanto, há a previsão, no eixo temático 3 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos, de elaboração de projeto de central de resíduos, não especificando se os REEE seriam abrangidos.

É possível notar, portanto, que apesar de os instrumentos de planejamento institucional preverem metas que tratam da gestão de resíduos sólidos, não há uma política interna específica para gestão dos REEE da instituição. Como observado por Agamuthu, Kasapo e Nordin (2015) e Dayaday e Galletto (2022), a ausência de políticas e diretrizes institucionais adequadas pode dificultar o correto gerenciamento dos REEE nas IES.

Apesar de haver um Manual de Gestão Patrimonial, que orienta as práticas de gestão de dos bens da instituição, incluindo-se os bens de informática, é importante que sejam implementadas políticas institucionais que incentivem a adoção de estratégias específicas para melhoria da gestão de REEE, assim como a conscientização ambiental da comunidade acadêmica, como sugerido por Agamuthu, Kasapo e Nordin (2015), Maphosa (2021a) e Dayaday e Galletto (2022). Assim, a elaboração do novo PGRS da UFRPE, como previsto no PDI, pode ser uma oportunidade de inclusão da temática dos REEE como parte de uma política institucional, de forma a orientar as práticas de gerenciamento desses resíduos, como observado nos PGRS de outras IFES, a exemplo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, 2021) e da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP, 2023).

- Gestão do ciclo de vida dos equipamentos de informática na UFRPE

A partir da identificação dos processos de gestão patrimonial da UFRPE, foi possível diferenciar a gestão do ciclo de vida dos bens de informática na instituição em quatro etapas: (1) aquisição; (2) controle e acompanhamento; (3) utilização e (4) geração de resíduos.

O ciclo de vida dos bens de informática na UFRPE inicia com o processo de aquisição dos equipamentos, o qual considera as normas relativas aos procedimentos licitatórios e os critérios de sustentabilidade estabelecidos na Instrução Normativa nº 01/2010 (Brasil, 2010c), exigindo dos licitantes a apresentação em suas propostas de aspectos como tipo de matéria-prima utilizada na composição, o consumo energético, além de requisitos técnicos mínimos para garantir o atendimento à funcionalidade pretendida.

Como apresentado por Den Hollander; Bakker; Hultink (2017) produtos que atendam aos princípios de design circular, são mais propícios a apresentarem maior durabilidade e possibilidade de reparos, apresentando, conseqüentemente, maior vida útil, além de serem compostos por materiais com alto potencial de reciclagem e reintrodução na cadeia produtiva. Dessa forma, além dos critérios exigidos pela legislação sobre licitações vigente, a instituição poderia passar a incluir o conceito de design circular nos processos de contratação e aquisições, viabilizando a correta gestão dos equipamentos quando no final da vida útil e tornando as práticas da instituição mais sustentáveis.

O controle patrimonial envolve o registro do bem e seu acompanhamento ao longo da vida útil. Na seção 5.4 foi possível observar que há uma dificuldade pela DAP de acompanhar as movimentações do equipamento, principalmente no que tange às informações sobre a localização e os responsáveis pelo bem, uma vez que fica à cargo do usuário comunicar qualquer ocorrência, o que nem sempre acontece.

Além disso, como evidenciado no tópico 5.5.1, muitos bens fora de uso são acumulados e acabam constando no sistema de gestão patrimonial como em uso (Figura 49). Diante disso, os registros de localização dos bens podem não ser totalmente fidedignos à realidade, o que pode prejudicar o correto gerenciamento dos bens de informática, assim como observado por Panizzon, Reichert e Schneider (2017).

Figura 49 - Bens de informática fora de uso acumulados em setor administrativo da UFRPE



Fonte: A Autora (2022).

Dessa forma, é importante que sejam realizadas capacitações para os usuários sobre os cuidados com a utilização dos bens, assim como orientações sobre os procedimentos de controle patrimonial, enfatizando a importância da correta destinação dos equipamentos, quando fora de uso. Apesar de haver um Manual de Patrimônio desde 2020, o documento é utilizado somente internamente pelos servidores do DAP. Logo, a divulgação ampla desse documento pode ser um fator chave para a melhoria dos processos de controle patrimonial.

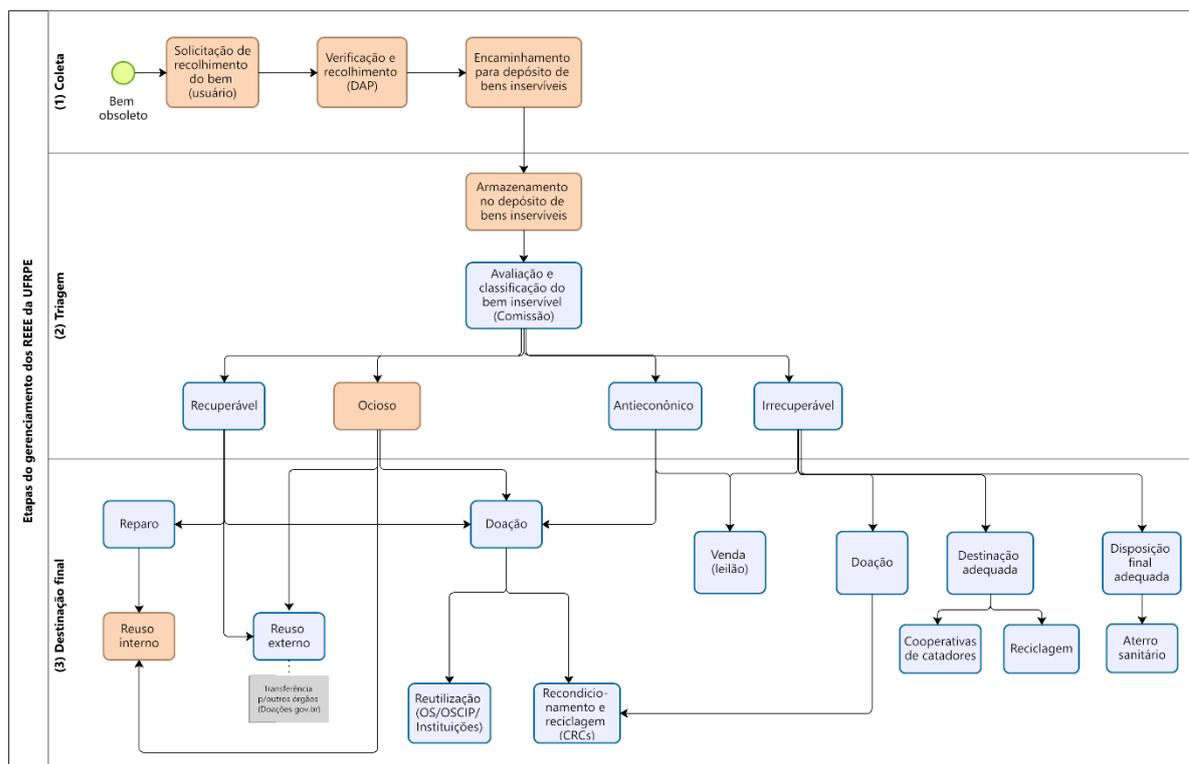
Quando o usuário identifica a obsolescência do bem e procede ao descarte, solicitando o recolhimento pela DAP, inicia-se a etapa de geração do resíduo de equipamento eletroeletrônico, cujas práticas de gerenciamento adotadas na UFRPE estão descritas a seguir.

- Práticas de gerenciamento de REEE adotadas pela UFRPE

Como identificado anteriormente, as práticas de gerenciamento dos REEE originários dos bens de informática da instituição estão relacionadas diretamente à gestão patrimonial. Assim, a destinação final do REEE é determinada pela classificação que o bem inservível irá receber conforme critérios da legislação de patrimônio.

De forma geral, com base nos processos de desfazimento mapeados no tópico 5.4, foi possível identificar que o gerenciamento dos REEE de origem do patrimônio da instituição pode ser dividido em 3 etapas (Figura 50): coleta, triagem e destinação final. Em laranja, foram destacadas as atividades que estavam sendo realizadas pela instituição até 2022. Na etapa de destinação final, foram incluídas todas as possibilidades de destinação para os bens inservíveis de uma IFES.

Figura 50 - Etapas do gerenciamento de REEE da UFRPE

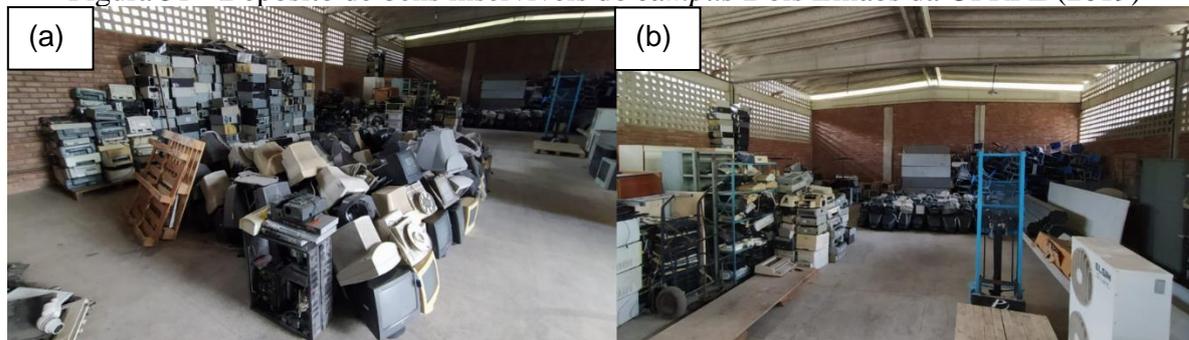


Fonte: A Autora (2023).

A coleta corresponde ao processo de recolhimento realizado pela DAP, por meio da solicitação do usuário. A partir daí, o bem é encaminhado para o depósito, onde deveria ser realizado o processo de avaliação para classificação do bem inservível e posterior destinação final. No entanto, foi observado que o gerenciamento dos REEE encontra entrave exatamente nessa etapa de triagem. Devido ao elevado número de bens de informática recolhidos pela DAP e à baixa disponibilidade de equipe, o processo de desfazimento é lento, sendo os bens acumulados no depósito de bens inservíveis por tempo indeterminado. Isso se agravou com a paralização das atividades presenciais em 2020, devido à pandemia de COVID-19, tornando a atuação da DAP e da comissão de desfazimento de bens de informática ainda mais limitada.

Em 2019, o galpão de bens inservíveis (Figura 51) apresentava um nível razoável de organização, quando ainda era feita a separação dos bens por tipologias (a) e a pesagem dos bens (b). Apesar de não haver registros sobre a data exata de chegada dos bens ao depósito, a partir de visita realizada em maio de 2022, foi possível verificar visualmente que, entre 2019 e 2022 houve um aumento considerável no volume de bens acumulados. Além disso, não foram identificados processos de triagem ou categorização dos bens, que ficam acumulados e armazenados de forma aleatória no espaço.

Figura 51 - Depósito de bens inservíveis do *campus* Dois Irmãos da UFRPE (2019)



- (a) Visão do depósito de bens inservíveis do *campus* Dois Irmãos da UFRPE em 2019, como separação dos equipamentos por tipologia.
- (b) Visão do depósito de bens inservíveis do *campus* Dois Irmãos da UFRPE em 2019, com balança e área de pesagem dos bens.

Fonte: DAP (2019).

Essa situação faz com que muitos equipamentos ociosos e recuperáveis que poderiam reutilizados, fiquem subutilizados e até mesmo sejam degradados a ponto de, com o tempo, se tornarem irrecuperáveis ou antieconômicos, além de haver risco de contaminação ambiental e também à saúde dos servidores que irão manejar esse material.

Além disso, sem a avaliação e classificação, não é possível dar a destinação adequada aos bens inservíveis. Apesar de haver a previsão de reutilização e aproveitamento de peças, como apresentado no subprocesso “Avaliação do equipamento”, no tópico 5.4, essa prática ocorre de forma pontual, devido à falta de infraestrutura e equipe técnica suficiente.

Para viabilizar a execução dessas atividades, é importante que haja uma infraestrutura adequada para realização de testes e reparos, além de equipe técnica suficiente para executar as atividades. Idealmente, o local para realização dessas atividades deve conter pontos de rede, baias para apoiar as máquinas, climatização adequada e controle de acesso restrito à equipe técnica (UFRPE, 2018). No entanto, em visita ao depósito de bens, não foi possível identificar a existência dessas estruturas.

Além do acúmulo no depósito, o reaproveitamento de alguns equipamentos ocorre pontualmente, quando usuários vão diretamente à DAP procurar por itens ociosos. Assim, dentre as diversas possibilidades de destinação final previstas para os bens inservíveis, as únicas que vêm ocorrendo são o reparo e o reuso interno, mesmo que de forma não estruturada. Observa-se, portanto, que as práticas de gerenciamento de REEE na UFRPE são incipientes, uma vez que os bens inservíveis não estão recebendo a destinação adequada.

Apesar das inconformidades encontradas nas diferentes etapas do gerenciamento dos REEE, foi possível perceber que a instituição está ciente desses gargalos, tendo iniciado em

2023, alguns processos para adequação, como o início das atividades de elaboração de novo inventário e retomada da triagem dos bens por meio da avaliação e classificação (ainda de forma lenta, devido ao grande quantitativo de bens acumulados). Até o final de maio de 2023, por exemplo, foram identificados no depósito cerca de 700 monitores do tipo tubo, que estão aguardando o desfazimento e destinação final adequada.

A realização de um novo inventário dos bens, tanto os que estão no depósito quanto aqueles que se encontram em uso nas unidades administrativas, se faz necessária para que se tenha uma visão real da situação dos equipamentos de informática da instituição e seja possível adotar práticas para conservação daqueles em uso e dar a correta destinação para aqueles considerados inservíveis.

Além da retomada das atividades da comissão de desfazimento de bens e da atualização do inventário, em consonância com as disposições da Lei nº 14.479/2022 (Brasil, 2022b), que trata da Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e do Programa Computadores para Inclusão, em março de 2023 foi criada uma comissão para tratar dos procedimentos necessários para realização do descarte, por doação, dos bens inservíveis, a partir do Programa, que garante a destinação final ambiental e socialmente adequada, uma vez que prioriza a doação aos centros de recondicionamento de computadores¹¹. Conforme relatado pela DAP, a expectativa é que com a adesão ao Programa, seja possível reverter a situação insustentável do depósito de bens inservíveis da instituição, dando a destinação correta aos equipamentos de informática.

A realidade do gerenciamento de REEE observada na UFRPE, no que tange as destinações dadas a esses resíduos, não se diferencia muito de outras IFES, que também acumulam seus bens de informática em depósitos, encontrando dificuldades para destiná-los adequadamente.

A mesma prática de acúmulo dos bens inservíveis em depósitos também foi identificada na Universidade Federal de Lavras – UFLA (Sant’anna, 2014), na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (Carvalho, 2015), na Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI (Paes *et al.*, 2017), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Pereira, 2020) e na Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ (Alves *et al.*, 2021). No entanto, apesar

¹¹ Os Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC), conforme Lei nº 14.479/2022 (Brasil, 2022b), são espaços físicos adaptados para o recondicionamento e reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos e para a realização de cursos e oficinas, com vistas à formação cidadã e profissionalizante de jovens em situação de vulnerabilidade social, com foco no recondicionamento de equipamentos de informática usados, de modo a deixá-los em plenas condições de funcionamento para a implantação e manutenção de Pontos de Inclusão Digital.

do número considerável de bens nos depósitos, essas instituições ainda conseguiam realizar outros tipos de destinação como a doação e o leilão, por exemplo.

De modo geral, os principais desafios e barreiras enfrentados pela UFRPE na gestão dos REEE de origem do patrimônio são:

- A complexidade da legislação relacionada à gestão patrimonial, que além de ampla, está em constante atualização, o que, muitas vezes, dificulta a adequação da instituição às exigências legais. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, pela recente criação, em 2020, do SIADS, novo sistema para controle patrimonial da Administração Pública Federal, ao qual a UFRPE ainda está em processo de transição;
- A falta de infraestrutura adequada e de equipe técnica suficiente para a realização das atividades de avaliação e classificação dos bens inservíveis, que vem sendo acumulados no depósito;
- A dificuldade de controle das movimentações internas dos bens, o que faz com que as informações sobre a carga patrimonial fiquem desatualizadas;
- A burocracia dos processos de desfazimento, que dificultam a baixa patrimonial e a destinação adequada dos bens.

- Outras iniciativas da UFRPE frente à questão dos REEE

Além dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados na UFRPE a partir do processo de desfazimento dos bens de informática da instituição, também foi possível observar que a instituição lida com outro tipo de REEE, aqueles de propriedade individual descartados pela comunidade universitária. Nesse sentido, foram identificadas algumas iniciativas e práticas da UFRPE voltadas ao gerenciamento dos REEE de uso doméstico.

Verificou-se a existência de uma startup, a RECIBRA, que atua no recebimento e recondicionamento de computadores e periféricos doados pela comunidade universitária, tendo como objetivo principal a inclusão digital. A startup foi criada em 2020, a partir da iniciativa de alunos e professores, com o apoio do Instituto Ipê¹² da UFRPE, buscando suprir a necessidade de uso de dispositivos eletrônicos para os alunos da universidade em situação de

¹² O Instituto de Inovação, Pesquisa, Empreendedorismo, Internacionalização e Relações Institucionais – Instituto IPÊ da UFRPE tem como finalidade estimular, facilitar e viabilizar as parcerias nacionais e internacionais, a transferência do conhecimento científico e tecnológico, a cultura de inovação e empreendedorismo, e a captação de recursos para financiamento de projetos acadêmicos. Dentre os serviços prestados pelo Ipê está o de incubação de startups, segundo o site <https://ipe.ufrpe.br/> (acesso em maio de 2023).

vulnerabilidade socioeconômica e digital, que foi agravada no período de aulas remotas devido à pandemia de COVID-19 (UFRPE, 2020d).

Em 2020, a startup realizou uma campanha (Figura 52) para arrecadação de equipamentos danificados e sem uso para condicionamento e doação. No entanto, desde março de 2021, com o agravamento da situação pandêmica, a startup suspendeu suas atividades presenciais e o recolhimento de REEE, não havendo retomado a atividade até o momento de finalização desta pesquisa, em julho de 2023.

Figura 52 - Campanha de recolhimento de REEE realizada por startup da UFRPE, em 2020



Fonte: UFRPE (2020d).

Outra iniciativa pontual identificada foi a realização de campanha de coleta de REEE no evento de comemoração ao Dia da Terra na UFRPE, em abril de 2023 (Figura 53). Na ocasião, por meio de parceria com a empresa de reciclagem REEECICLE, foram instalados pontos de entrega voluntária (PEV) de REEE e executadas ações educativas sobre a importância da reciclagem e do descarte correto dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. No entanto, de acordo com a Reecicle¹³, somente 3,0 kg de resíduos foram arrecadados.

¹³ Informação disponibilizada pela Reecicle, por meio de comunicação realizada por e-mail em 10 de maio de 2023.

Figura 53 – Campanha de coleta de REEE no evento Dia da Terra UFRPE, em 2023



Fonte: Reecycle (2023).

Um fator apontado pela empresa, que pode justificar a baixa adesão da comunidade acadêmica à campanha, foi o curto período de divulgação, uma vez que houve somente uma semana para execução dessa atividade. Como observado por Alves *et al.* (2021), para que haja participação ativa do público em campanhas desse tipo é fundamental que seja feita uma ampla divulgação e conscientização. Maphosa (2021b), Alves *et al.* (2021), Leclerc e Badami (2022) e Dayaday e Galletto (2022) também evidenciaram a importância da realização de campanhas e programas de conscientização para a eficiência das soluções para a gestão de REEE.

Percebe-se, portanto, que apesar de haver iniciativas para a correta gestão dos REEE da comunidade universitária, faz-se necessária a criação de estratégias mais eficientes que garantam a sustentabilidade dessas ações, de forma que não sejam apenas pontuais.

6. CONCLUSÕES

A partir da pesquisa, foi possível identificar as práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos de origem dos bens de informática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, as quais estão diretamente relacionadas com os processos de gestão do patrimônio. Observou-se que o diagnóstico e a correção dos principais gargalos do controle patrimonial são fundamentais para que as práticas de gestão de REEE da instituição se tornem mais adequadas e sustentáveis.

Por meio da revisão sistemática e análises bibliométricas, foi possível identificar a evolução das pesquisas sobre a temática da gestão de REEE em instituições de ensino superior. Apesar de o número de publicações sobre o tema não ser elevado, evidenciou-se que há uma notória tendência de aumento da produção científica, comprovando as preocupações com os impactos da atuação das IES atrelada ao consumo de equipamentos eletroeletrônicos.

Com base na literatura, foram constatadas diferenças entre o nível de maturidade e adequação da gestão de REEE entre as instituições nacionais e internacionais. Algumas IES apresentaram práticas pouco sustentáveis, como o acúmulo em depósitos e a disposição final junto aos resíduos comuns, enquanto outras possuíam projetos eficientes que incluíam os princípios da Economia Circular, com práticas de reciclagem, remanufatura e reutilização de equipamentos.

Essas diferenças podem ser explicadas pelos desafios enfrentados por cada IES, principalmente pela influência da existência de legislação e diretrizes específicas sobre a gestão de REEE, assim como do nível de conscientização ambiental da comunidade universitária, da quantidade de atores envolvidos nos processos e o nível de integração entre eles, além da existência de infraestrutura adequada. No caso específico das instituições brasileiras, observou-se que a complexidade dos procedimentos patrimoniais a que estão submetidas é uma das principais barreiras para a eficiência da gestão de REEE.

Diante da realidade observada nas IES, evidenciou-se a importância da definição de estratégias de melhoria que considerem os princípios da Economia Circular, abrangendo a gestão do equipamento ao longo de todo seu ciclo de vida, não somente o gerenciamento do resíduo em si, incluindo a criação de políticas institucionais eficazes, a capacitação e a integração dos diversos setores envolvidos com a gestão de REEE, o desenvolvimento de campanhas de conscientização ambiental, incentivos para o reuso dos equipamentos e redução da geração de REEE, além de investimentos em infraestrutura adequada para viabilizar a correta destinação dos resíduos.

A partir do mapeamento dos processos de controle patrimonial da UFRPE, foi possível identificar que a gestão dos bens de informática ao longo do ciclo de vida na instituição inclui operações de entrada (solicitação, aquisição, recebimento e tombamento), alocações internas (transferência de responsabilidade, manutenção e recolhimento) e operações de saída (desfazimento e baixa patrimonial).

Ao longo desses processos foram identificados gargalos e pontos de melhoria que precisam ser trabalhados pela instituição para que a gestão patrimonial e, conseqüentemente, a gestão de REEE seja eficiente. Ficou evidente que o usuário possui papel fundamental na eficiência do controle patrimonial, principalmente no que tange às movimentações internas, que devem ser comunicadas à divisão de patrimônio para atualização dos registros. Além disso, a desatualização das informações sobre os bens, a falta de infraestrutura adequada e de equipe técnica suficiente são os principais fatores que dificultam os processos de desfazimento e baixa dos equipamentos, acarretando no acúmulo dos bens no depósito.

Para melhoria dos processos de gestão patrimonial, foi proposto um painel dinâmico do Power BI que permite a visualização de informações que podem ser utilizadas nas tomadas de decisões dos gestores, como o quantitativo, a localização, a idade e a situação do bem (inservível ou em uso), podendo facilitar o planejamento quanto à demanda de solicitação por recolhimento e desfazimento dos bens, o dimensionamento e organização do depósito, a avaliação sobre as possibilidades de reuso, assim como o direcionamento da destinação final.

No entanto, para que o painel seja eficiente, é necessária a atualização constante do inventário patrimonial e a inclusão de dados sobre as baixas patrimoniais e sobre a classificação dos bens inservíveis (ocioso, recuperável, antieconômico e irrecuperável). Além disso, é recomendado que o painel seja testado pelo setor de patrimônio para verificação da aplicabilidade e realização dos ajustes necessários para atingir o objetivo de otimizar as gestões patrimonial e de REEE.

No período entre 2010 e 2020, foram adquiridos 9.780 equipamentos de informática (computadores, monitores de vídeo e notebooks), 79,4% do total de equipamentos de processamento de dados do patrimônio da instituição. Do total de equipamentos de informática existentes, 13,3% encontram-se no depósito de bens inservíveis. Estes resultados indicam que há um grande potencial de geração de resíduos oriundos dos bens de informática, evidenciando a importância da adoção de práticas adequadas e sustentáveis de gestão.

As maiores aquisições ocorreram em 2014, enquanto no período de 2015 a 2019 foi observada uma queda considerável, o que pode ser explicado pelas restrições orçamentárias sofridas pelas IFES brasileiras neste período. A partir de 2020 foi possível notar um novo

aumento das aquisições, o que pode estar relacionado à demanda de substituição de equipamentos antigos e também por novas aquisições devido à adoção das atividades remotas com a instauração da pandemia de COVID-19.

Não foi possível determinar a vida útil dos bens de informática da instituição a partir do banco de dados do sistema de gestão patrimonial, uma vez que não havia registros sobre a baixa patrimonial. No entanto, foi identificado que a idade média geral dos equipamentos pertencentes à carga patrimonial da UFRPE foi de 8,2 anos. A idade média dos equipamentos em uso foi de 7,8 anos. Os bens inservíveis apresentaram idade média de 11,2 anos, sendo que 99,4% dos equipamentos do depósito possuíam idade entre 6 e 22, sendo provável que os bens estejam sendo acumulados há muito tempo.

Concluiu-se, portanto, que os bens de informática da UFRPE possuem idade muito acima da vida útil esperada de 5 anos, o que pode influenciar no tipo de destinação a ser adotada quando do final da vida útil, uma vez que devido à tendência à obsolescência técnica, equipamentos mais antigos tem menor chance de serem reutilizados, sendo mais recomendada a reciclagem.

No que tange aos aspectos relacionados à utilização dos computadores dos laboratórios de informática do *campus* Dois Irmãos, foi possível concluir, a partir da percepção do usuário, que a obsolescência técnica possui grande influência sobre a vida útil do bem. Além disso, foi identificado que 81% dos laboratórios possuíam algum tipo de controle patrimonial interno e 93% realizavam alguma prática de controle de uso. Evidenciou-se que em 88,9% dos locais que aplicavam controles mais rigorosos (laboratórios dos edifícios A e B), não havia computadores inservíveis.

Ainda com base nos dados dos laboratórios e no zoneamento do *campus*, a hipótese de que as zonas 4 e 5 teriam o maior potencial de geração de resíduos foi comprovada, uma vez que apresentaram, os maiores parques computacionais, com 76,5% e 10,4%, respectivamente, do total computadores.

Ao analisar os instrumentos de gestão ambiental da UFRPE, foi possível identificar que, apesar de o PDI e o PLS preverem metas que tratam da gestão de resíduos sólidos, não há uma política interna específica para a gestão de REEE. Há somente um Manual de Gestão Patrimonial que apresenta recomendações para o desfazimento dos bens de informática. A institucionalização da gestão de REEE por meio de uma política específica, como o PGRS, pode ser um fator chave para a eficiência das práticas adotadas.

Com relação às práticas de gerenciamento dos REEE de origem do patrimônio da UFRPE, possível identificar que há um entrave na etapa de triagem, devido às limitações do

processo de avaliação e classificação para o desfazimento dos bens inservíveis, influenciado principalmente pela baixa disponibilidade de equipe, pelo elevado quantitativo de bens e pela falta de infraestrutura adequada. Evidenciou-se que essas limitações afetam diretamente as práticas de destinação final aplicadas aos bens inservíveis, que se resumem principalmente ao acúmulo no depósito. Há algumas práticas de reparo de bens recuperáveis e reuso de bens ociosos, mas essas acontecem de forma pontual e não estruturada.

Diante do exposto, conclui-se que as práticas de gerenciamento de REEE na UFRPE são incipientes e precisam de intervenções para adequação. No entanto, é esperado que, com a atualização do inventário e a possibilidade de parceria com o CRC para destinação ambiental e socialmente adequada dos resíduos, o problema do acúmulo de bens inservíveis no depósito seja solucionado. Além disso, recomenda-se a inclusão da problemática dos REEE nas políticas institucionais de gestão ambiental, como o PDI, o PLS e o PGRS, de forma a incentivar a conscientização ambiental e a implementação de estratégias eficientes e sustentáveis para a gestão de REEE baseadas nos princípios da economia circular.

SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como desdobramento desta pesquisa, considera-se importante a realização de uma análise criteriosa dos dados constantes no sistema de controle do patrimônio da UFRPE, incluindo os aspectos necessários para a otimização do painel do Power BI proposto, verificando a eficiência da aplicação do painel nas práticas de gestão patrimonial e de gestão de REEE.

Sugere-se a realização do mesmo tipo de diagnóstico em outras IFES, de forma a contribuir para o desenvolvimento de estratégias para melhoria da gestão de REEE nessas instituições. Além disso, sugere-se a criação de índices de avaliação da gestão de REEE em IES e o desenvolvimento de uma metodologia padrão para quantificação da geração de REEE nessas instituições.

Outra possibilidade é a condução de pesquisa junto aos CRC para identificar os procedimentos de gerenciamento de resíduos doados por instituições públicas, a fim de verificar os impactos da implementação da Política Nacional de Desfazimento de Bens no alcance de uma gestão mais sustentável.

Diante dos desafios enfrentados pelas instituições federais de ensino superior na gestão dos REEE, julga-se necessário o desenvolvimento de uma proposta de política institucional com base nas melhores práticas para direcionamento das práticas adotadas pelas IFES.

REFERÊNCIAS

ADENIRAN, A. E.; NUBI, A. T.; ADELOPO, A. O. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. **Waste management**, v. 67, p. 3-10, 2017.

AGAMUTHU, P.; KASAPO, P.; NORDIN, N. A. M. E-waste flow among selected institutions of higher learning using material flow analysis model. **Resources, conservation and recycling**, v. 105, p. 177-185, 2015.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos** - Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Brasília: Abdi, 2013. Disponível em: <https://conhecimento.abdi.com.br/conhecimento/Publicacoes1/Log%C3%ADstica%20reversa%20de%20Equipamentos%20Eletroeletr%C3%B4nicos%20-%20res%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2021.

ALVES, D. S.; FARINA, M. C. Disposal and reuse of the information technology waste: A case study in a Brazilian university. **European Business Review**, v. 30, n. 6, p. 720-734, 2018.

ALVES, R. *et al.* An action research study for elaborating and implementing an electronic waste collection program in Brazil. **Systemic Practice and Action Research**, v. 34, p. 91-108, 2021.

ANDRADE, D. F.; ROMANELLI, J. P.; PEREIRA-FILHO, E. R. Past and emerging topics related to electronic waste management: top countries, trends, and perspectives. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p. 17135-17151, 2019.

ARAIN, A. L. *et al.* Analysis of e-waste recycling behavior based on survey at a Midwestern US University. **Waste Management**, v. 105, p. 119-127, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR: 16.156: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR: 15.833: manufatura reversa: aparelhos de refrigeração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS BRASIL - ABPMP Brasil. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento ABPMP BPM CBOK V3.0**. 1° ed. Brasil: ABPMP Brasil, 2013.

BABBITT, C. W. *et al.* Evolution of product lifespan and implications for environmental assessment and management: a case study of personal computers in higher education. **Environmental science & technology**, v. 43, n. 13, p. 5106-5112, 2009.

BABBITT, C. W.; WILLIAMS, E.; KAHNAT, R. Institutional disposition and management of end-of-life electronics. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 12, p. 5366-5372, 2011.

BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P. **The Global E-waste Monitor – 2017**, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BENTO, R. **Business Intelligence (B.I.) e automação tecnológica de processos no âmbito da UFRPE**. Recife, 02 ago. 2021. Apresentação em Power Point. 34 slides, color. Curso de capacitação PROGEPE/UFRPE.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 1988.

BRASIL. **Decreto n. 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do Caput do art. 33 e o art. 56 da Lei n. 12305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o decreto n. 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 12 de fev. 2020a.

BRASIL. **Decreto n. 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 12 de jan. 2022a.

BRASIL. **Decreto n. 5.940, de 25 de outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 out. 2006.

BRASIL. **Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 de dez. 2010a.

BRASIL. **Decreto n. 7.746, de 5 de junho de 2012**. Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 6 de mai. 2012a.

BRASIL. **Decreto n. 9.373, de 11 de maio de 2018**. Dispõe sobre a alienação, a cessão, a transferência, a destinação e a disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 14 de mai. 2018a.

BRASIL. Departamento Administrativo do Serviço Público – DASP. **Instrução Normativa DASP nº 142, de 05 de agosto de 1983**. Brasília, DF: DASP, 1983. Disponível em:

<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/3429535/pg-16-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-12-08-1983>. Acesso em: 3 dez. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2021**. – Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2021.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 3 de ago. 2010b.

BRASIL. **Lei n. 14.479, de 21 de dezembro de 2022**. Institui a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 de dez. 2022b.

BRASIL. **Lei n. 4.320, de 17 de março de 1964**. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 mar. 1964.

BRASIL. **Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 de jun. 1993.

BRASIL. Ministério da Economia - ME. **Portaria ME n. 232, de junho de 2020**. Institui o Sistema Integrado de Gestão Patrimonial - Siads, no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e das empresas públicas dependentes do Poder Executivo federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 3 jun. 2020b.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Tesouro Nacional. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (MACASP)**. 8d. Brasília, DF: STN, 2018b. Disponível em: https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2501:9:::9:P9_ID_PUBLICACAO:31484. Acesso em: 3 dez. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A3P Agenda Ambiental na Administração Pública**. 5. ed. rev. e atual. Brasília, DF: 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Administração Pública**. 2013. Disponível em: https://antigo.comprasgovernamentais.gov.br/images/conteudo/ArquivosCGNOR/livro_a3p_coleta_seletiva.pdf. Acesso em: 03 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria n. 326, de 23 de julho de 2020**. Institui o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública - Programa A3P e estabelece suas diretrizes. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 24 jul. 2020c.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa n. 01, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Brasília, DF: MPOG, 2010c.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa n. 10, de 12 de novembro de 2012**. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 14 nov. 2012b.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa n. 11, de 29 de novembro de 2018**. Dispõe sobre ferramenta informatizada de disponibilização de bens móveis inservíveis para fins de alienação, de cessão e de transferência no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional - Reuse.Gov. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2018c. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52749397/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-11-de-29-de-novembro-de-2018-52749333. Acesso em: 3 dez. 2021.

CAIZAGUANO, C. C. O. *et al.* Modelo de Gestión de Residuos de Equipos de Informática y Telecomunicaciones para Instituciones de Educación Superior. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E31, p. 436-451, 2020.

CARVALHO, D. C. **Gestão e gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos: o campus central da UFRN em análise**. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/20479>. Acesso em: 3 jul. 2023.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CNUMAD. **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

CONVENÇÃO DA BASILEIA - CB. **Basel Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal**. Basileia: 1989. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20090225210250/http://www.basel.int/text/con-e-rev.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

CRUZ, J. F. O. *et al.* Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. **Revista de Ciencias Sociales (Ve)**, v. 25, n. 4, p. 196-208, 2019.

CRUZ-SOTELO, S. E. *et al.* Hábitos y prácticas de consumo de teléfonos celulares en México y España. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 29, p. 33-41, 2013.

D'ALMEIDA, F. S. *et al.* On the hibernating electronic waste in Rio de Janeiro higher education community: An assessment of population behavior analysis and economic potential. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9181, 2021.

DAYADAY, M. G.; GALLETTO JR, F. A. Electronic Waste (E-Waste) Management of Higher Education Institutions in South Central Mindanao, Philippines. **Environment and Natural Resources Journal**, v. 20, n. 5, p. 534-542, 2022.

DE CAMPOS, H. M. L. Tutela ambiental regional no Mercosul: perspectivas e desafios após o Acordo-Quadro Sobre Meio Ambiente (AQMAM). **Revista do Programa de Direito da União Europeia**, n. 10, p. 83-100, 2019.

DEN HOLLANDER, M. C.; BAKKER, C. A.; HULTIINK, E. J. Product design in a circular economy: Development of a typology of key concepts and terms. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 517-525, 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**. In: Economic and business Rationale for an Accelerated Transition. 2013, v. 1. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. Acesso em: 28 dez. 2021.

ELSEVIER, Scopus. Scopus Content coverage guide. Amsterdam. **Elsevier BV**, 2020. Disponível em: <https://www.elsevier.com/?a=69451>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FORTI V., BALDÉ C. P., KUEHR R. **E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators**, second edition. United Nations University, ViE – SCYCLE, Bonn, Germany. 2018.

FORTI V., BALDÉ C. P., KUEHR R., BEL G. **The Global E-waste Monitor – 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential**. United Nations University (UNU), United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) - co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. 2020.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL - FEM. **A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot**. In support of the United Nations E-waste Coalition. 24 jan. 2019. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/a-new-circular-vision-for-electronics-time-for-a-global-reboot>. Acesso em: 16 set. 2021.

GREEN ELETRON. **Resíduos eletrônicos no Brasil – 2021**. 2021. Disponível em: https://greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

ISLAM, M. T.; DIAS, P.; HUDA, N. Young consumers' e-waste awareness, consumption, disposal, and recycling behavior: A case study of university students in Sydney, Australia. **Journal of Cleaner Production**, v. 282, p. 124490, 2021.

LECLERC, S. H.; BADAMI, M. G. Material circularity in large organizations: Action-research to shift information technology (IT) material flows. **Journal of Cleaner Production**, v. 348, p. 131333, 2022.

LI, A. *et al.* Characteristics and Dynamics of University Students' Awareness of Retired Mobile Phones in China. **Sustainability**, v. 14, n. 17, p. 10587, 2022.

LUO, C *et al.* Heavy metal contamination in soils and vegetables near an e-waste processing site, south China. **Journal of hazardous materials**, v. 186, n. 1, p. 481-490, 2011.

MAPHOSA, V. *et al.* E-waste awareness and practices of zimbabwean university students a descriptive study. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 100, n. 18, 2022.

MAPHOSA, V. E-Waste Management and Practices at Zimbabwe's Higher Education Institutions. **Journal of Higher Education Theory and Practice**, v. 21, n. 1, p. 155-165, 2021a.

MAPHOSA, V. Students' awareness and attitudinal dispositions to e-waste management practices at a Zimbabwean University. **Journal of Information Policy**, v. 11, p. 562-581, 2021b.

MARQUES, D. C. R. **Mapeamento de processos no setor público**: uma proposta para o processo de aquisições de materiais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – campus de Princesa Isabel. 2018. Proposta de intervenção (Mestrado em Gestão Pública) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25843>. Acesso em: 03 jun. 2023.

MENDES, J. M. A. **Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto na cadeia de resíduos eletroeletrônicos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Direito Civil). Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2131/tde-01122015-142705/pt-br.php>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MERCOSIL. **Acordo-Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul**. Assunção, Mercosul: 2001. Disponível em: https://www.mre.gov.py/tratados/public_web/DetallesTratado.aspx?id=QXpmQ4nFh5FOSEnWUq1MSg%3d%3d. Acesso em: 30 ago. 2023.

MERCOSUL. Sistema de Informação Ambiental do Mercosul (SIAM). Mercosul. 2023. Disponível em: <https://www.mercosur.int/pt-br/temas/sistema-de-informacao-ambiental-do-mercossul-siam/>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MICROSOFT. **Microsoft Docs: Power BI**. O que é Power BI? Microsoft, 29 set. 2021. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 07 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Gestão. Economia institui o Sistema Integrado de Gestão patrimonial para toda a Administração Pública. Brasília, DF, ME: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/junho/economia-institui-o-sistema-integrado-de-gestao-patrimonial-para-toda-administracao-publica>. Acesso em: 3 dez. 2021.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>. Acesso em: 18 out. 2022.

MONGEON, P.; PAUL-HAUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, p. 213-228, 2016. Acesso em: 26 nov. 2022.

MUSSO, L. A. R. *et al.* A massive experience of computer equipment recycling. **IEEE Latin America Transactions**, v. 11, n. 1, p. 17-20, 2013.

NASCIMENTO, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**, v. 26, p. 51-64, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/yJnRYLWXSwyxqggqDWy8gct/?lang=pt>. Acesso em: 23 dez. 2021.

NÚCLEO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE – NEMAM. **Mapa de situação** – campus UFRPE Dois Irmãos. 2015.

OHAJINWA, C. M.; BODEGOM, P. M. van; VIJVER, M. G.; PEIJNENBURG, W. J. G. M. Impact of informal electronic waste recycling on metal concentrations in soils and dusts. **Environmental Research**, v. 164, p. 385-394, 2018.

OLIVEIRA, A. C. S. da. **Proposição de um processo de gestão patrimonial de um campus em uma Autarquia Federal de Ensino**. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/13244>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; WHITLOCK, G. Distinct urban mines: exploiting secondary resources in unique anthropogenic spaces. **Waste management**, v. 45, p. 4-9, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **A/RES/55/2 United Nations Millenium Declaration**. Assembleia Geral: 8 set. 2000. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N00/559/51/PDF/N0055951.pdf?OpenElement>. Acesso em: 23 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. ONU: 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OECD. **Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments**. OECD, 20 mar. 2001. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/extended-producer-responsibility_9789264189867-en. Acesso em: 27 dez. 2021.

PAES, C. E. *et al.* Management of waste electrical and electronic equipment in Brazilian public education institutions: implementation through action research on a university campus. **Systemic Practice and Action Research**, v. 30, p. 377-393, 2017.

PANIZZON, T.; REICHERT, G. A.; SCHNEIDER, V. E. **Avaliação da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) em uma universidade particular**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, p. 625-635, 2017.

PARAJULY, K.; KUEHR, R.; AWASTHI, A. K.; FITZPATRICK, C.; LEPAWSKY, J.; SMITH, E.; WIDMER, R.; ZENG, X. **Future E-waste Scenarios**. StEP (Bonn), UNU ViE-SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka). 2019. Disponível em: <https://www.step->

initiative.org/files/documents/publications/FUTURE%20E-WASTE%20SCENARIOS_UNU_190829_low_screen.pdf. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

PARLAMENTO EUROPEU - PE. **Report on the implementation of the Ecodesign Directive (2009/125/EC) (2017/2087 (INI))**. Committee on the Environment, Public Health and Food Safety. 5 jul. 2018. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0165_EN.html#title1. Acesso em: 27 dez. 2021.

PEREIRA, M. S. **Resíduos eletroeletrônicos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – um diagnóstico**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210609>. Acesso em: 3 jul. 2023.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual n. 14.236, de 13 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Diário Oficial de Pernambuco. Recife, PE, 14 dez. 2010.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual n. 15.084, de 6 de setembro de 2013**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos de pequeno porte no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Diário Oficial de Pernambuco. Recife, PE, 07 set. 2013.

PERNAMBUCO. **Minuta Acordo de Cooperação entre Estado de Pernambuco, Reecicle LTDA e Circular Brain Plataforma Tecnológica de Economia Circular S/A**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS, Recife, PE, 28 set. 2021.

PIERRON, X. *et al.* Using choice architecture to exploit a university Distinct Urban Mine. **Waste Management**, v. 68, p. 547-556, 2017.

PIRES, L.; STADLER, H. Logística reversa como fonte competitiva nas empresas. **Revista Ciência da Sabedoria**, v. 1, n. 2, 2020. Disponível em: <https://revista.faciencia.com.br/index.php/rcs/article/view/8>. Acesso em: 3 jan. 2022.

RAUDASKOSKI, A.; LENAU, T.; JOKINEN, T.; GISSLÉN, A. V.; METZE, A. **Design Plastics Circulation** – electrical and electronic products. Nordic Council of Ministers, 2019. Disponível em: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/designing_plastics_circulation.pdf. Acesso em: 27 dez. 2021.

RAUTELA, R.; ARYA, S.; VISHWAKARMA, S.; LEE, J.; KIM, K.; KUMAR, S. E-waste management and its effects on the environment and human health. **Science of the Total Environment**, v. 773, 2021.

REEECICLE. Confira a localização de todos os nossos PEVS. **Reecicle**. Recife, 2023. Disponível em: <https://www.reecicle.com/pev>. Acesso em 15 mai. 2023.

RODRIGUES, J. S. Agenda ambiental na administração pública e licitações sustentáveis como instrumentos de governança. **Revista Controle – Doutrina e Artigos**, v. 16. N. 2, p. 376-401, jul/dez, 2018.

ROSSINI, V.; NASPOLINI, S. H. D. F. Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, p. 51 – 71, 2017. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2044>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SADALLA, B. D. A., **Destinação de resíduos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior do Estado de São Paulo**: práticas adotadas na USP, UNICAMP e UFSCar. 2019. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/335210>. Acesso em: 01 fev. 2021.

SALDAÑA-DURÁN, C. E; MESSINA-FERNANDEZ, S. R. E-waste recycling assessment at university campus: a strategy toward sustainability. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 2, p. 2493-2502, 2021.

SANT'ANNA, L. T. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: legislações, práticas e formas de cooperação interorganizacionais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2014. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4870/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_A%20gest%C3%A3o%20dos%20res%C3%ADuos%20eletroeletr%C3%B4nicos%20no%20Brasil%20e%20no%20mundo%20legisla%C3%A7%C3%B5es%20pr%C3%A1ticas%20e%20formas%20de%20coopera%C3%A7%C3%A3o%20interorganizacionais.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: o desafio da desarticulação dos atores. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 88-105, mai./ago. 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/15726>. Acesso em: 09 maio 2021.

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – SEDAP/PR. Instrução Normativa SEDAP/PR nº 205, de 08 de abril de 1988. Brasília, DF: SEDAP/PR: 1988; Disponível em: http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/in/in205_88.htm. Acesso em: 3 dez. 2021.

SECRETARIA DE TECNOLOGIAS DIGITAIS – STD. Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Mapas dos Campi da UFRPE**. 2014. Disponível em: <http://www.nti.ufrpe.br/content/mapa-dos-campi-da-ufrpe>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SECRETARIADO DAS CONVENÇÕES DE BASILEIA, ROTTERDAM E ESTOCOLMO – BRS MEAS. **Texto of the Convention**. Website. 2021. Disponível em: <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SEDLACEK, S. The role of universities in fostering sustainable development at the regional level. **Journal of cleaner production**, v. 48, p. 74-84, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613000346>. Acesso em: 3 dez. 2021.

SHITTU, O. S.; WILLIAMS, I. D.; SHAW, P. J. Prospecting reusable small electrical and electronic equipment (EEE) in distinct anthropogenic spaces. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 176, p. 105908, 2022.

SINGHAL, R.; SINGHAL, A.; SHARMA, V.; SAACHI. E-cloud: a solution towards E-waste management for educational institutions. **Int. J. Recent Technol. Eng**, v. 8, n. 2, p. 964-972.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – SINIR. Ministério do Meio Ambiente. **Eletrônicos e seus componentes**. 22 dez. 2021. Disponível em: <https://sinir.gov.br/component/content/article/2-sem-categoria/474-acordo-setorial-de-eletronicos>. Acesso em: 23 dez. 2021.

TORRES, B. M. **Proposta de rota tecnológica sustentável e inteligente para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) – Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Recife, 2019.

TUKIMIN, M. H. B. M.; ANWAR, R. M.; LATIF, A. A. A performance on awareness of e-waste management among university students. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, v. 9, n. 1, p. 3510-3514, 2019.

UNIÃO EUROPEIA – UE. **Diretiva 2009/125/EU**. Relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concepção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia. 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125>. Acesso em: 04 jul. 2021.

UNIÃO EUROPEIA - UE. **Diretiva 2011/65/UE**. Relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos. Parlamento Europeu e Conselho, 2011. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065&from=PT>. Acesso em: 04 jul. 2021.

UNIÃO EUROPEIA - UE. **Diretiva 2012/19/UE**. Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). 2012. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=en>. Acesso em: 04 jul. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos** – 2021-2025. Recife, PE: UFPE, 2021. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40906/3374551/PGRS+2021/fcc9d744-d9a3-45ef-a9d9-e9dc2ca2e76a>. Acesso em: 3 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC. **Manual de Gestão Patrimonial**. Fortaleza, CE: UFC, 2016. Disponível em: <https://proplad.ufc.br/wp-content/uploads/2017/04/manual-gestao-patrimonial-16-03-31.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO – UNIFESP. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos** – Reitoria. São Paulo, SP: UNIFESP, 2023. Disponível em: https://www.unifesp.br/reitoria/dga/images/noticias/2023_PGRS/PGRS_DEFINITIVO_REITORIA_2023.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Organograma UFRPE|2022**. 2022a. Disponível em:

http://ww2.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/ORGANOGRAMA_2022.pdf. Acesso em: 25 jan. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. Pró-Reitoria de Administração. Departamento de Administração Geral. Divisão de Administração Patrimonial. **Manual de Gestão Patrimonial UFRPE – 2020**. UFRPE. PROAD. DAG. DAP. Recife, PE. 2020a. 23 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional. **Plano de Desenvolvimento Institucional – UFRPE: 2021-2030 / UFRPE**. Proplan. Recife: EDUFRPE, 2021a. 409 p. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/plano-de-desenvolvimento-institucional>. Acesso em: 27 ago. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Relatório anual de acompanhamento do Plano de Gestão de Logística Sustentável da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Exercício 2022**. Recife: UFRPE, jul. 2023. 49p. Disponível em: [http://www.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/Relat%C3%B3rio Anual Acompanhamento PLS 2022-2023 UFRPE Exerc%C3%ADcio 2022.pdf](http://www.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/Relat%C3%B3rio%20Anual%20Acompanhamento%20PLS%202022-2023%20UFRPE%20Exerc%C3%ADcio%202022.pdf). Acesso em: 10 ago. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução CONSU/UFRPE n° 163, de 14 de fevereiro de 2022**. Aprova alteração da Estrutura Organizacional, bem como do Regimento Interno Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE. 2022b. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/regimento-interno>. Acesso em: 07 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução CONSU/UFRPE n° 136, de 04 de dezembro de 2018**. Aprova Processo de Avaliação e Classificação de Bens de Informática desta Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE. 2018. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/resolu%C3%A7%C3%B5es-consu-2018>. Acesso em: 18 out. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução n° 028, de 08 de junho de 2020**. Aprova criação da Secretaria de Tecnologias Digitais desta Universidade, bem como o seu Regimento Interno e Estrutura Organizacional e dá outras providências. Recife, PE. 2020b. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/regimentos-internos>. Acesso em: 07 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução n° 054, de 08 de junho de 2020**. Aprova a Política de Gestão de Processos da Universidade federal Rural de Pernambuco. Recife 2020c. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/gest%C3%A3o-de-processos>. Acesso em: 25 jan. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução n° 093, de 22 de julho de 2019**. Aprova o Regimento Interno da Pró-Reitoria de Administração (PROAD) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE. 2019a. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/regimentos-internos>. Acesso em: 07 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. **Resolução n° 100, de 30 de julho de 2019**. Aprova “Ad referendum” deste Conselho, Regimento Interno do Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE. 2019b. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/regimentos-internos>. Acesso em: 07 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. Startup da UFRPE recebe doações a fim de montar computadores para estudantes. **UFRPE**, Recife, 13 de ago, de 2020d. Disponível em: <https://www.ufrpe.br/br/content/startup-da-ufrpe-recebe-doa%C3%A7%C3%B5es-fim-de-montar-computadores-para-estudantes>. Acesso em: 02 jun. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE. UFRPE lança Central de Serviços Digitais. **UFRPE**, Recife, 01 de out. de 2021. 2021b. Disponível em: <https://www.ufrpe.br/br/content/ufrpe-lan%C3%A7a-central-de-servi%C3%A7os-digitais>. Acesso em: 02 out. 2021.

WU, Q. *et al.* Heavy metal contamination of soil and water in the vicinity of an abandoned e-waste recycling site: implications for dissemination of heavy metals. **Science of the Total Environment**, v. 506, p. 217-225, 2015.

XAVIER, L. H., OTTONI, M. **Economia Circular e Mineração Urbana**. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. 1 Edição. Rio de Janeiro: CETEM, 2019.

XAVIER, L. H., **Resíduos Eletrônicos na Região Metropolitana do Recife (RMR): Guia Prático para um Ambiente Sustentável**. 1 ed. Recife: Editora Massagana, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271587261_Residuos_Eletronicos_na_Regiao_Metropolitana_do_Recife_Guia_pratico_para_um_ambiente_sustentavel. Acesso em: 12 fev. 2021.

XAVIER, L. H.; CONTADOR, L. In.: XAVIER, L.H., OTTONI, M. (org). **Mineração Urbana: Conceitos e análise do potencial dos resíduos eletroeletrônicos**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia Mineral, CETEM/MCTI. 2021. p. 10-20. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2483/3/E-book_MINERACAO_URBANA.pdf. Acesso em: 03 jul. 2023.

XAVIER, L. H.; GIESE, E. C.; RIBEIRO-DUTHIE, A. C.; LINS, F. A. F. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Polity**. 2019.

XAVIER, L.H., OTTONI, M. S.O., ARAUJO, R.A., CUGULA, J.S., CONTADOR, L., PETRUNGARO, G.N., ABREU, L. P. P., SANTOS, L.A., REBELLO, R.Z., GOMES, C.F., SIERPE, R., MANÇANO, M.R., CARDOSO, E.R., ROMAY, K.V.M., SUEMITSU, W., CALDAS, M.B. **Manual de destinação de resíduos eletroeletrônicos**. Orientações à sociedade sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos no estado do Rio de Janeiro. 3ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2378>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZHANG, N., WILLIAMS, I. D., KEMP, S., SMITH, N. F., Greening academia: Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. **Waste management**, v. 31, n. 7, p. 1606-1616, 2011.

APÊNDICE A
QUADRO-SÍNTESE DAS PESQUISAS SOBRE GESTÃO DE REEE EM IES

Autor/Ano	País	Tema	Objetivo geral	Metodologia	Principais resultados	Categoria
Babbitt <i>et al.</i> (2009)	Estados Unidos	Estudo da evolução da vida útil dos computadores de uma universidade dos EUA.	Estudar a evolução da vida útil de computadores pessoais e identificar métodos pelos quais esse aspecto do progresso tecnológico pode ser quantificado e integrado à Análise de Ciclo de Vida (ACV) e a outros estudos de avaliação ambiental.	Estudo de caso sobre os computadores adquiridos e utilizados entre 1985 e 2000 na Universidade Estadual do Arizona, nos EUA, com foco no levantamento dos parâmetros de ciclo de vida dos computadores, a partir do banco de dados de controle do patrimônio da instituição.	<ol style="list-style-type: none"> 1. No período analisado pelos autores a vida útil dos computadores teve uma queda de aproximadamente 51%; 2. O crescimento do estoque de computadores da instituição ao longo do tempo é uma consequência tanto do aumento da população universitária como do aumento da posse de computadores por indivíduo; 3. Não é recomendável considerar a vida útil de computadores constante pois para sua determinação é importante considerar a dinâmica dos padrões de uso. 	Práticas de gestão de REEE

Babbitt; Williams; Kahhat (2011)	Estados Unidos	Análise do fluxo de materiais e da gestão de eletrônicos em fim de vida em uma instituição de ensino superior dos EUA.	Caracterizar a quantidade, idade, valor, disposição e fluxos de computadores e outros eletrônicos em fim de vida da instituição.	Estudo de caso sobre as formas de gerenciamento de computadores e outros equipamentos eletrônicos da Universidade do Estado do Arizona, com foco na caracterização do fluxo de materiais por meio de observação in loco e coleta de dados a partir de entrevistas e pelo banco de dados de patrimônio da instituição. Além de comparação das práticas com outras instituições dos EUA, por meio de aplicação de formulário por email para representantes de 20 instituições.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A idade média dos equipamentos variou entre 7 e 10 anos; 2. A principal destinação dos eletrônicos em fim de vida na área de estudo foi a revenda por meio de leilão público para indivíduos e pequenas empresas que atuam no acondicionamento dos equipamentos ou venda do material; 3. O valor dos equipamentos vendidos para acondicionamento e revenda foi menor do que daqueles vendidos diretamente para indivíduos para reuso. 4. A principal destinação dos eletrônicos em fim de vida das outras instituições também foi o leilão, no entanto foi observada uma tendência de aumento de parcerias entre as universidades e recicladoras. 5. Principais estratégias para uma gestão eficiente REEE nas instituições: i. aquisição de produtos com certificado "verde"; ii. gestão da fase de utilização dos equipamentos com sistema de suporte/manutenção; iii. adoção de programas/sistemas de aluguel de equipamentos. iv. contratação de recicladoras de REEE certificadas; v. inclusão de análise de critérios de reutilização antes da venda por leilão. 	Práticas de gestão de REEE
---	-------------------	--	--	--	---	----------------------------

Musso <i>et al.</i> (2013)	Argentina	Relato dos resultados de campanha de coleta de REEE realizada pela Universidade de Córdoba.	Obter informações relevantes sobre a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na província de Córdoba por meio de campanha de coleta desses resíduos.	Realização de campanha de coleta de REEE em evento "Semana do resíduo de informática" em que foram coletados resíduos doados pela população da província, com o apoio do programa de Extensão Programa de Reciclagem de Computadores (PCR) para acondicionamento e doação dos computadores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Foram recebidos equipamentos de particulares, empresas e também de propriedade da Universidade. A maior quantidade coletada teve origem da instituição e idade variando entre 10 e 20 anos. 2. Durante os cinco dias de campanha foram coletadas 80 toneladas de REEE, das quais 20 foram destinadas para acondicionamento pelo PCR e o restante foi enviado para recuperação dos materiais. 3. 50% dos equipamentos coletados foram monitores de tubo de raios catódicos. 	Práticas de gestão de REEE
Cruz-Sotelo <i>et al.</i> (2013)	México e Espanha	Estudo sobre conhecimento ambiental e hábitos de consumo de estudantes universitários com relação a celulares no final da vida útil.	Comparar os hábitos de consumo e retirada de telefones celulares entre a população universitária da Espanha e do México.	Aplicação de pesquisa com estudantes de duas universidades (Universidade Autônoma de Baja California, no México e a Universidade Jaume I, na Espanha), identificando o perfil do usuário, os hábitos de consumo e descarte de telefones celulares, e o conhecimento ambiental do usuário.	<ol style="list-style-type: none"> 1. As principais práticas de destinação dos celulares fora de uso identificadas foram a guarda ou a doação; 2. A maioria dos estudantes consideraram o tempo de vida de um celular como de 18 meses. 3. A perda de funcionalidade foi a principal causa apontada para a troca de celular pelo usuário. 4. Os principais fatores considerados na aquisição de um novo celular foram o preço e as funcionalidades. 5. O nível de conhecimento ambiental sobre a problemática dos REEE predominou entre médio e baixo, evidenciando a necessidade de implementação de ações de conscientização. 	Conscientização ambiental

Ongondo; Williams; Whitlock (2015)	Reino Unido	Análise do potencial de aproveitamento de metais de fonte secundária a partir do conceito de Mina Urbana Distinta (MUD) aplicado a uma universidade do Reino Unido.	Apresentar ilustrar e discutir o conceito de Minas Urbanas Distintas (MUD) com foco em equipamentos eletroeletrônicos específicos.	Aplicação de formulário para investigar os hábitos de consumo e disposição final de 17 tipos de EEE pelos estudantes da Universidade de Southampton no Reino Unido, identificando os rendimentos potenciais de produtos/materiais em relação ao tamanho, concentração e localização espacial da mina urbana.	Foram quantificadas 20 toneladas de resíduos eletrônicos de alto valor armazenadas na mina urbana da universidade e 87 toneladas estariam disponíveis para exploração futura.	Mineração urbana
Agamuthu; Kasapo; Nordin (2015);	Malásia	Identificação do fluxo de geração de REEE em universidades da Malásia.	Analisar o fluxo de geração de resíduos eletrônicos de instituições de ensino superior usando o modelo de análise de fluxo de materiais.	Coleta de dados sobre a geração de e-lixo e práticas de gerenciamento a partir da aplicação de formulários e entrevistas em 7 universidades e posterior aplicação de modelo de análise de fluxo de materiais.	<ol style="list-style-type: none"> 1. As 7 universidades estudadas totalizaram cerca de 98.5 Mt de resíduos eletroeletrônicos provenientes de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação (TIC) sendo que as duas únicas universidades públicas contribuíram para 86,7% desse valor. A maior parte dos resíduos era composta por computadores do tipo desktop. 2. A vida útil média dos equipamentos variou entre 3 e 5 anos. 3. Quanto às práticas de gerenciamento dos equipamentos no final da vida útil todas as universidades inicialmente armazenam o resíduo, por período curto (3 a 6 meses) ou longo (2 anos ou mais). A prática mais 	Práticas de gestão de REEE

					<p>aplicada entre as universidades é a venda do resíduo para recicladores ou comerciantes/fornecedores de eletrônicos de segunda mão. A segunda prática mais adotada é o armazenamento/acúmulo em depósito. A terceira prática mais adotada é de doação. Além dessas, também foram identificadas práticas pontuais de retorno ao fornecedor e reciclagem na própria instituição. Das 7 instituições, 5 praticam a disposição direta junto aos resíduos comuns, considerada pelos autores uma prática inadequada devido ao risco de contaminação ambiental.</p>	
Panizzon; Reichert; Schneider (2017)	Brasil		<p>Avaliar a geração de REEE em uma instituição de ensino superior localizada no estado do Rio Grande do Sul.</p>	<p>Utilização de dados de equipamentos eletroeletrônicos disponíveis no sistema de informações da universidade para identificação da geração, características, origem e vida útil, assim como realização de entrevistas com setores administrativos e de gerenciamento de resíduos.</p>	<p>1. O principal REEE gerado pela instituição são equipamentos de informática e telecomunicações (48,2%), destacando-se os computadores; 2. Foram contabilizados 414 diferentes tipos de EEE na instituição; 3. A maior parte dos REEE (29,3%) da instituição são gerados no bloco administrativo da universidade, seguido pelas salas de informática (17,3%).</p>	Práticas de gestão de REEE

Paes <i>et al.</i> (2017)	Brasil	Análise da gestão de REEE na UNIFEI com proposição de modelo aplicável a instituições públicas de ensino superior.	Criar um modelo de gestão de REEE pra ser utilizado em instituições públicas de ensino utilizando as diretrizes do Decreto n. 9.658/1990 e da PNRS.	Investigação por meio de pesquisa-ação das práticas de gestão da instituição.	<p>1. Grande parte dos REEE da instituição encontrava-se acumulada no depósito, não tendo passado por nenhum processo de descarte por um longo período;</p> <p>2. Foram identificadas as seguintes possibilidades de destinação dos REEE da instituição com base no que o Decreto 9658/1990 e a PNRS preconizam: doação para outras agências e instituições; venda por leilão; renúncia da propriedade dos equipamentos fora de uso ou abandonados; permuta com particulares; logística reversa para retorno aos fabricantes e contratação de serviços ambientais para desmontar, tratar, reciclar e descartar os equipamentos.</p> <p>3. Ao final da pesquisa-ação foi realizada a disposição adequada de 474 itens de REEE da instituição, incluindo a recuperação, a doação para outras instituições federais e a contratação de serviço ambiental para destinação final (reciclagem ou disposição em aterro sanitário).</p>	Práticas de gestão de REEE
---------------------------	--------	--	---	---	---	----------------------------

Pierron <i>et al.</i> (2017)	Reino Unido	Estudo do potencial das reservas secundárias de metais em universidade do Reino Unido.	Avaliar o valor potencial de pequenos eletrodomésticos de uma Mina Urbana Distinta (MUD) de uma universidade do Reino Unido.	Aplicação de questionário online a estudantes da Universidade de Southampton para identificar a quantidade de equipamentos pertencente aos estudantes e as formas de descarte adotadas. Levantamento do valor dos materiais presentes nos equipamentos para identificação do potencial monetário da mina.	1. 35% dos equipamentos são descartados no lixo comum. 2. 189 toneladas de materiais provenientes dos equipamentos foram descartadas ou estocadas representando um potencial de exploração de mineração urbana no valor de US\$11 milhões quando extrapolado para as demais instituições de ensino superior do Reino Unido.	Mineração urbana
Alves; Farina (2018)	Brasil	Identificação das práticas de gerenciamento de uma central de reciclagem de REEE de uma universidade brasileira.	Identificar os fatores que definem as práticas de gerenciamento de uma central de resíduos eletroeletrônicos e de reuso de equipamentos visando contribuir para o desenvolvimento sustentável.	Estudo de caso sobre as práticas de gestão de REEE na Universidade de São Paulo com foco na análise das atividades realizadas pelo CEDIR-USP.	1. Identificação do fluxo de atividades do CEDIR que inicia com o recebimento dos equipamentos tanto da sociedade como de membros da USP que passam por avaliação para a destinação final adequada: i. doação para projetos sociais quando ainda em funcionamento; ii. manufatura reversa para separação dos componentes/materiais; iii. destinação dos materiais recicláveis para empresas recicladoras. 2. Importância da comunicação e relacionamento entre o CEDIR e as unidades da USP e stakeholders para aumento do conhecimento sobre REEE e a correta gestão desses resíduos.	Práticas de gestão de REEE

Cruz <i>et al.</i> (2019)	Peru	Investigação do potencial da economia circular para o gerenciamento adequado de REEE por meio da reutilização e reciclagem de computadores pessoais, a partir da percepção dos consumidores.	Analisar a economia circular como estratégia na gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos por meio de um estudo descritivo não experimental considerando os notebooks descartados em uma universidade.	Estudo descritivo não experimental a partir da análise técnica do potencial de reaproveitamento de componentes de computadores de uma universidade e da investigação da percepção da oferta de computadores remanufaturados pela população universitária.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 90% dos computadores analisados possuíam condições de uso e peças (placa de sistema CPU e memória RAM) reaproveitáveis. 2. Identificação de 3 etapas para que seja possível o aproveitamento de peças e remanufatura de computadores. 3. 57% dos respondentes da pesquisa reconhecem que computadores notebook remanufaturados são uma alternativa atraente. 	Conscientização ambiental
Singhal <i>et al.</i> (2019)	Índia	Levantamento do conhecimento da população universitária sobre REEE e proposta de modelo baseado em nuvem para a redução da geração de REEE em organizações educacionais.	Reunir informações sobre a geração de REEE e seu descarte e propor um modelo baseado em <i>cloud computing</i> para instituições de ensino.	Pesquisa exploratória e aplicação de questionário para estudantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação da falta de conscientização sobre a problemática dos resíduos eletroeletrônicos. 2. Proposta de modelo baseado em nuvem para gestão de REEE. 	Conscientização ambiental
Tukimin; Anwar; Latif (2019)	Malásia	Análise do nível de conscientização de estudantes de uma universidade privada da Malásia sobre a gestão de REEE.	Identificar o conhecimento de estudantes universitários sobre gestão de resíduos eletroeletrônicos.	Aplicação de questionário aos estudantes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mais da metade dos estudantes não possuíam conhecimento sobre REEE e seus impactos. 2. Apenas 15% dos estudantes realizavam a disposição correta dos REEE enquanto a maioria acumula os resíduos em casa. 	Conscientização ambiental

Arain <i>et al.</i> (2020)	Estados Unidos	Estudo do comportamento de consumo da população universitária relacionado à reciclagem de REEE.	Analisar os hábitos de consumo incluindo barreiras em torno da reciclagem de lixo eletrônico em uma universidade do centro-oeste dos Estados Unidos.	Aplicação de questionário à população universitária elaborado com base em revisão de literatura.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A forma de disposição mais comum entre os participantes identificada foi o armazenamento em casa seguida da doação. 2. 44,4% dos respondentes nunca reciclam lixo eletrônico utilizando métodos formais. 3. Fatores que influenciam as decisões do consumidor: livre acesso ao descarte, falta de conhecimento do consumidor sobre os locais de descarte e acesso a uma instalação de reciclagem a uma distância razoável. 	Conscientização ambiental
Caizaguano <i>et al.</i> (2020)	Equador/Argentina	Elaboração de modelo de gestão de resíduos de equipamentos de informática e telecomunicações para instituições de ensino superior	Estruturar um modelo de gestão de resíduos de equipamentos de informática e telecomunicações para instituições de educação superior de países em desenvolvimento	Mapeamento sistemático de literatura	Modelo de gestão de resíduos de informática e telecomunicações com base na literatura, incluindo práticas de análise dos equipamentos para recuperação da máquina ou aproveitamento de peças de equipamentos irrecuperáveis, doação e venda de equipamentos recuperados, manufatura reversa e encaminhamento dos materiais e componentes não aproveitáveis para reciclagem.	Práticas de gestão de REEE

Maphosa (2021b)	Zimbabue	Levantamento do nível de conscientização de estudantes de uma universidade do Zimbabue sobre as práticas de gestão de REEE, assim como as formas que os alunos descartam seus REEE.	Analisar o nível de conscientização e as atitudes dos estudantes em relação às práticas de gerenciamento de lixo eletrônico em uma universidade do Zimbábue.	Método quantitativo, aplicação de questionário à população de estudantes.	1. Apenas 40% dos estudantes possuíam conhecimento sobre REEE. 2. O principal motivo indicado pelos estudantes para a troca dos equipamentos foi a perda de funcionalidade. 3. 97,2% dos estudantes não conhecia alguma legislação nacional sobre o tema e 94,5% não conhecia políticas específicas da instituição. 4. 63,4% dos estudantes descartava os REEE no resíduo comum.	Conscientização ambiental
Alves <i>et al.</i> (2021)	Brasil	Elaboração e implementação de programa de gestão de REEE, por meio de parceria entre prefeitura, universidade e representantes do setor privado.	Realizar uma pesquisa-ação para criar e implementar um programa de gestão de REEE alinhado à PNRS.	Pesquisa-ação - implantação de programa de coleta e gestão de REEE na cidade de São João Del Rei e aplicação de questionário à população.	1. Apesar de aproximadamente 86% dos respondentes terem afirmado saber o que é REEE, apenas 4,7% souberam identificar corretamente quais itens eram classificados como tal. 2. A maioria dos respondentes não dispõem corretamente os REEE, sendo as formas mais comuns o armazenamento nas próprias residências e o descarte no lixo comum. 3. Realização de campanha de educação ambiental e coleta de REEE, com a coleta de 1710kg de resíduos. 4. Proposta de modelo de campanha de coleta com a implantação de ponto de coleta voluntária na universidade, envolvendo parceria entre a instituição, a prefeitura e recicladores.	Práticas de gestão de REEE

Saldaña-Durán; Messina-Fernández (2021)	México	Programa Recyclatron, de coleta seletiva de REEE em uma universidade do México.	Apresentar as experiências e lições aprendidas ao longo do desenvolvimento do programa de coleta de lixo eletrônico, Recyclatron, implementado na Universidade Autônoma de Nayarit, México.	O programa possui metodologia baseada na norma oficial mexicana para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, incluindo 5 etapas relacionadas à reciclagem: coleta, classificação, quantificação, frações recuperáveis e comercialização.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participação ativa de estudantes dos cursos de engenharia após treinamento sobre tratamento e manuseio de e-lixo. 2. Durante os 4 anos do programa foram coletadas quase 29 toneladas de REEE, com o número de resíduos aumentando a cada ano. 3. O material coletado é separado e vendido para recicladoras. 	Práticas de gestão de REEE
Islam; Dias; Huda (2020)	Austrália	Levantamento da percepção da população de estudantes universitários sobre REEE.	Compreender o nível de conscientização de consumidores jovens em relação ao atual sistema de gerenciamento de lixo eletrônico da Austrália, sobre a coleta e sistema de reciclagem e sobre o comportamento geral de consumo e descarte de televisões, computadores do tipo desktop e notebook.	Aplicação de questionário à população universitária de universidades australianas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apesar de a maioria dos consumidores ter conhecimento sobre o que é e-lixo, foi constatado grande desconhecimento sobre pontos de coleta e programas de reciclagem existentes. 2. 70% dos respondentes afirmaram armazenar os REEE em suas residências antes de proceder a algum outro tipo de disposição final. 3. A vida útil média de posse de televisores foi de 6,21, 4,31 para notebooks e 5,47 para desktops. 	Conscientização ambiental
Maphosa (2021a)	Zimbabue	Análise da gestão de REEE em 17 universidades do	Identificar o nível de conscientização sobre lixo eletrônico, as	Estudo quantitativo, por meio da aplicação de questionário online a IES públicas e privadas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. As 16 universidades respondentes possuíam entre 500 a mais de 5000 computadores e entre 200 e mais de 2000 obsoletos. 	Práticas de gestão de REEE

		Zimbabue, identificando as formas de destinação final.	estratégias usadas pelas IES no gerenciamento de e-lixo e as barreiras para o gerenciamento eficaz desses resíduos		<p>2. Todas as instituições já haviam recebido computadores de segunda mão ou computadores remanufaturados importados de países desenvolvidos.</p> <p>3. Vida útil média - computadores novos: 5 anos; - computadores segunda-mão: um ano.</p> <p>4. 75% das instituições acumulam os REEE em depósitos por 12 a 30 meses.</p> <p>5. Todas as instituições destinam seus REEE para aterros ou lixões e apenas 2 também destinam alguns REE para reciclagem.</p> <p>6. Nenhuma instituição possuía instalações de reciclagem.</p>	
D'Almeida <i>et al;</i> (2021)	Brasil	Levantamento do comportamento da população de universidades do Rio de Janeiro sobre o consumo e geração de REEE, e do potencial econômico da recuperação de metais preciosos do resíduo gerado por essa população.	Levantamento do comportamento de consumo, disposição e hibernação de dispositivos eletroeletrônicos amplamente utilizados.	Aplicação de questionário online para estudantes de universidades do Rio de Janeiro e seus familiares.	<p>1. A principal razão para que os participantes mantenham um REEE armazenado na residência é a falta de local correto para disposição.</p> <p>2. O grupo de estudo possui mais de 16,96 milhões de telefones celulares em hibernação, além de outros equipamentos, equivalendo a um valor destinado de estoque de US\$ 67,45 milhões para o grupo estudado na região metropolitana do Rio de Janeiro, com base na recuperação de metais dos equipamentos.</p>	Mineração urbana

Shittu; Williams; Shaw (2022)	Reino Unido	Levantamento do estoque de EEE fora de uso e do potencial de recuperação de materiais em uma Mina Urbana Distinta composta por universidades.	Avaliar a magnitude do estoque reutilizável de EEE com vistas a sua valorização e inclusão na economia circular.	Aplicação de questionário online a estudantes e colaboradores de universidades do Reino Unido para levantar o quantitativo de EEE reutilizáveis.	Identificação de um elevado nível de estocagem de equipamentos, com aproximadamente 400.000 pequenos EEE na zona de pesquisa, equivalendo a 13 milhões de libras de potencial de reutilização.	Mineração urbana
Leclerc; Badami (2022)	Canadá	Projeto de gestão de materiais de TI em universidade com base nos princípios da economia circular	Apresentar as estratégias, mecanismos de governança e desafios encontrados para implementação de projeto de gestão de fluxos de materiais de tecnologia da informação (TI) de uma universidade com base nos princípios da economia circular.	Pesquisa-ação: projeto realizado entre 2013 e 2018 na Universidade McGill, em Montreal, Canadá.	1. Antes da implantação do projeto, os REEE da instituição eram coletados pelo setor de serviços de gerenciamento de resíduos perigosos da universidade e enviados para uma recicladora local, além de haver práticas informais de transferência entre setores. O projeto permitiu a transição de uma gestão focada somente no gerenciamento dos resíduos em si, para uma voltada para a otimização da gestão de todo o ciclo de vida dos ativos de TI da instituição, uma vez que a reutilização dos equipamentos passou a ser adotada como destinação preferível ao reparo e à reciclagem, aumentando a vida útil dos equipamentos. Além disso, a instituição passou a enviar parte dos resíduos para uma organização sem fins lucrativos que atuava em programa de inclusão de jovens em vulnerabilidade socioeconômica a	Práticas de gestão de REEE

					partir da remanufatura de equipamentos de TI usados. 2. Práticas de destinação: - Envio para reciclagem; - Reuso entre setores internos; - Doação para organização sem fins lucrativos com cunho social e atuante na remanufatura de equipamentos usados.	
Dayaday; Galleto (2022)	Filipinas	Avaliação da implementação da gestão de REEE em IES de uma região da Filipinas.	Analisar a implementação da gestão de REEE em IES de Centro-Sul Mindanao, Filipinas.	Estudo de caso múltiplo. Aplicação de questionário a 30 instituições públicas e privadas.	1. Vida útil: (i) > 5 anos: laptops, computadores desktop, televisões, roteadores; (ii) 2 anos: mouse, monitores LCD, impressoras. 2. Aspectos considerados na análise de viabilidade de reparo do EEE: (i) preço; (ii) garantia; (iii) conhecimento e habilidade em reparos; (iv) disponibilidade de peças de reposição. 3. Tipos de destinação final adotadas: (i) Armazenamento/acúmulo em depósitos; (ii) Doação para outras instituições (agências, escritórios, escolas); (iii) Venda como artigo de segunda mão para centros de reciclagem; (iv) Retirada de peças de reposição; (v) Disposição em aterros sanitários.	Práticas de gestão de REEE

Li <i>et al.</i> (2022)	China	Levantamento do conhecimento dos estudantes de uma universidade chinesa sobre celulares fora de uso/descartados	Obter dados sobre o conhecimento dos estudantes universitários sobre telefones celulares fora de uso na China.	Aplicação de questionário em 2012 e 2020.	1. A vida útil dos celulares apresentou uma diminuição de 2012 (1,92 anos) para 2020 (0,99 ano). 2. A quebra é a causa mais comum para a troca de aparelhos, no entanto outras causas como perda de funcionalidade, defasagem de modelos ou roubo também foram identificadas. 3. A principal prática de disposição dos celulares fora de uso foi o armazenamento, devido principalmente a falta de conhecimento sobre outras alternativas/"o que fazer".	Conscientização ambiental
Maphosa <i>et al.</i> (2022)	Zimbábue	Análise da conscientização e práticas de gerenciamento de REEE de estudantes de universidades do Zimbábue.	Avaliar a conscientização e as práticas relacionadas à REEE de estudantes universitários.	Estudo cros-seccional realizado entre outubro de 2021 e fevereiro de 2022 em quatro universidades do Zimbábue, por meio de aplicação de questionário semiestruturado a estudantes.	1. Cerca de 80% dos respondentes possuíam conhecimentos básicos sobre REEE, no entanto apresentaram pouco conhecimento sobre regulações sobre o tema. 2. Dentre as práticas de disposição adotadas pelos estudantes foram identificadas, o armazenamento nas próprias residências e o descarte no lixo comum. 3. 58% dos respondentes desconheciam as práticas de gerenciamento de REEE adotadas por suas instituições.	Conscientização ambiental

APÊNDICE B

ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO PATRIMONIAL DA UFRPE

Identificação das práticas de gestão patrimonial da UFRPE	
Tópico investigado	Setor(es) entrevistado(s)
Levantamento das regulações gerais e específicas	
Quais as leis e normativas utilizadas na gestão patrimonial?	DAP/PROAD
Quais as normas gerais utilizadas na gestão patrimonial de bens de informática?	DAP/PROAD
Existe uma normativa interna específica para a gestão patrimonial de bens de informática?	DAP/PROAD
Aspectos relacionados à institucionalização dos processos de gestão patrimonial	
Quais os setores envolvidos na gestão patrimonial?	DAP/PROAD
Quais os setores envolvidos especificamente na gestão dos bens de informática?	DAP/PROAD; STD
Os processos de gestão patrimonial são mapeados/padronizados? Há fluxogramas de processo?	DAP/PROAD
Existem processos específicos para a gestão dos bens de informática?	DAP/PROAD; STD
Há um manual de gestão patrimonial vigente?	DAP/PROAD
Há um sistema/banco de dados de controle interno da gestão patrimonial?	DAP/PROAD
Aspectos relacionados à operacionalização da gestão patrimonial	
Quais as etapas da gestão patrimonial na UFRPE?	DAP/PROAD
Há etapas específicas da gestão patrimonial dos bens de informática?	DAP/PROAD; STD
Como funciona a dinâmica do depósito de bens?	DAP/PROAD

Como funciona a análise dos bens para classificação como inservível?	DAP/PROAD; STD
Como ocorre a alienação dos bens de informática?	DAP/PROAD; STD
Quais as principais barreiras para a gestão patrimonial, especificamente de bens de informática, na UFRPE?	DAP/PROAD; STD

APÊNDICE C

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DA IDADE E ANÁLISE DA OBSOLSCÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

LEVANTAMENTO DE DADOS - IDENTIFICAÇÃO DA IDADE E ANÁLISE DA OBSOLSCÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA	
INFORMAÇÕES GERAIS	
Local visitado:	
Data da visita:	
Responsável pela visita:	
Responsável pelo local:	
ASPECTOS GERAIS DA REDE DE COMPUTADORES PARA ANÁLISE DA VIDA ÚTIL E OBSOLESCÊNCIA	
Ano de criação do laboratório:	
Total de computadores:	
Há computadores fora de uso/quebrados?	<input type="checkbox"/> Sim* <input type="checkbox"/> Não *Se sim: Quantos? ____ Motivos: _____
Computadores funcionando:	
Finalidade geral de uso:	
Vida útil média esperada:	
Tempo de uso atual:	
Aspectos considerados pelo usuário na análise da obsolescência	<input type="checkbox"/> Problemas de hardware <input type="checkbox"/> Atualização de softwares <input type="checkbox"/> Aspectos estéticos <input type="checkbox"/> Surgimento de novas tecnologias <input type="checkbox"/> Outros: Justificativas:
Qual a destinação dos equipamentos quando do final da vida útil?	
Há práticas de reaproveitamento de peças/remanufatura?	<input type="checkbox"/> Sim* <input type="checkbox"/> Não *Se sim, como é feito? _____

Há práticas de redirecionamento do equipamento para outras funções/áreas?	() Sim* () Não *Se sim, como é feito? _____
Há um processo específico de controle do patrimônio/desfazimento?	() Sim* () Não *Se sim, como é feito? _____
Houve perdas de máquinas no período da pandemia, em que os laboratórios ficaram fechados?	() Sim* () Não** *Se sim: Quantas máquinas apresentaram problema? _____ Que tipo de problema? _____ O que poderia ser feito para evitar? _____ **Se não: Quais as práticas adotadas para evitar as perdas? _____
Existem práticas internas que visam a preservação e aumento da vida útil dos computadores?	() Sim* () Não *Se sim, como é feito?
Desde a criação do laboratório, o parque computacional já foi substituído?	() Sim* () Não** *Se sim: Quantas vezes? _____ Quando (ano)? _____ Qual o motivo da substituição? _____

APÊNDICE D
CODIFICAÇÃO DOS EDIFÍCIOS E LABORATÓRIOS DE INFORMÁTICA DA
UFRPE

Código Edifício	Descrição Edifício	Código Laboratório	Zona
A	CEAGRI I	A1	4
		A2	
		A3	
B	CEAGRI II	B1	4
		B2	
		B3	
		B4	
		B5	
		B6	
C	DTR	C	4
D	DE	D	3
E	CEGEN	E	1
F	DZ	F	5
G	DB	G	1
H	DMV	H	2
I	DEPAQ	I	4

APÊNDICE E

ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DE REEE PATRIMONIADOS DA UFRPE

Identificação das práticas de gestão de REEE patrimoniados da UFRPE	
Tópico investigado	Setor(es) entrevistado(s)
Instrumentos de gestão ambiental	
O planejamento institucional inclui aspectos de gestão ambiental?	DPA/PROPLAN
Existem instrumentos de gestão ambiental implementados na instituição?	CS/PROPLAN
Esses instrumentos preveem ações e metas específicas para a gestão de resíduos sólidos?	CS/PROPLAN
Esses instrumentos preveem ações e metas específicos para gestão de REEE?	CS/PROPLAN
Quais as leis e normas que orientam a gestão de resíduos sólidos na instituição?	CS/PROPLAN; DELOGS
Quais as leis e normas que orientam a gestão de REEE patrimoniados da instituição?	DAP/PROAD; CS/PROPLAN; DELOGS; STD
Aspectos relacionados ao ciclo de vida dos REEE na instituição	Setor(es) entrevistado(s)
Qual o quantitativo médio de bens de informática adquiridos pela instituição por ano?	PROAD; STD
A pandemia de COVID 19 teve alguma influência no quantitativo de bens de informática adquirido por ano?	PROAD; STD
Qual a vida útil média esperada dos bens de informática adquiridos?	PROAD; STD
Qual a vida útil média real dos bens de informática?	DAP/PROAD; STD
Há um sistema vigente de suporte ao usuário de bens de informática?	STD
Há procedimentos implantados para a realização de reparo, recondicionamento e reutilização dos bens de informática, com foco no aumento da vida útil?	STD

Há práticas de reaproveitamento de bens de informática entre setores, com base na funcionalidade do bem?	STD
A pandemia de COVID 19 teve alguma influência sobre a vida útil dos bens de informática da instituição?	DAP/PROAD; STD
Práticas de gerenciamento de REEE	Setor(es) entrevistado(s)
Quais as principais destinações dadas aos bens de informática quando classificados como bens inservíveis?	DAP/PROAD; STD
Há algum procedimento institucionalizado voltado para o tratamento dos resíduos sólidos patrimoniados? E específicos para REEE?	DAP/PROAD; DELOGS; STD
Como ocorre a alienação e o descarte dos REEE?	DAP/PROAD; STD
Como o processo de descarte dos REEE ocorre? Qual a periodicidade?	DAP/PROAD; STD
Qual a quantidade média de REEE patrimoniados descartados por ano?	DAP/PROAD; STD
Há algum tipo de acompanhamento do descarte por parte da instituição?	DAP/PROAD; STD; DELOGS
Quais as principais barreiras para o gerenciamento de REEE na instituição?	DAP/PROAD; STD; DELOGS; CS/PROPLAN

