



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

JOSÉ REINALDO SILVA REZENDE

**REMANUFATURA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS:
APLICABILIDADE**

2019

JOSÉ REINALDO SILVA REZENDE

REMANUFATURA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS: APLICABILIDADE

Projeto de Fim de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Mecatrônica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título **BACHAREL em ENGENHARIA MECATRÔNICA**.

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

Uberlândia – MG

2019

JOSÉ REINALDO SILVA REZENDE

REMANUFATURA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS: APLICABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO** pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Mecatrônica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wisley Falco Sales (FEMEC/UFU)

Prof. M.Sc. Matheus Carrara Martins (Doutorando FEMEC/UFU)

Prof. M.Sc. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva (Doutorando FEMEC/UFU)

Uberlândia, 16 de dezembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade de realizar esse trabalho e força para superar as dificuldades. Aos meus familiares e amigos pelo incentivo e companheirismo. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação

Também agradeço de forma especial aos departamentos da DIRAM (DIPAT e DIMAN), que permitiram o acesso aos dados necessários para este trabalho e em especial ao CTI representado pelo servidor Fábio Lemos da Cunha que deu uma contribuição inestimável ao fornecer os dados analisados.

Por último, agradeço as orientações, apoios e as grandes motivações advindas do meu orientador, Prof. Dr. Wisley Falco Sales, o qual tornou este trabalho possível de ser realizado.

REZENDE, José Reinaldo Silva. **Remanufatura de Equipamentos Eletrônicos: Aplicabilidade**. 2019. 60 fls. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

RESUMO

O consumo acelerado e a falta de destinação correta de produtos, suas embalagens e seus resíduos criaram um desequilíbrio ambiental que nas últimas décadas que tem sido discutido com muita preocupação. Quando se trata de equipamentos eletrônicos a situação é agravada pela presença de substâncias tóxicas em seus componentes. Nesse sentido o presente estudo aponta a importância da aplicação da logística reversa, por meio da remanufatura em desktops e notebooks no âmbito da Universidade Federal de Uberlândia. A coleta de dados e a análise estatística realizada referente aos equipamentos eletrônicos cadastrados no banco de dados da DIMAN (Divisão de Manutenção) e DIPAT (Divisão de Patrimônio), bem como acesso aos sistemas complementares de gestão patrimonial e entrevistas com os gestores destas unidades possibilitaram a visualização do panorama de procedimentos realizados na universidade, considerando as características particulares da instituição. Deste modo aponta-se que o reaproveitamento das peças de equipamentos eletrônicos como CPUs e notebooks maximiza o uso das matérias-primas e reduz o descarte de lixo eletrônico, apresentando uma alternativa viável para o prolongamento da vida útil desses equipamentos com baixo custo para a Universidade. Nesse sentido a análise de desempenho de notebooks e desktops com peças reaproveitadas, apontou que os equipamentos tiveram um tempo de vida prolongado devido a atuação dos processos de recuperação. Quanto a análise financeira, foi estimado que o valor de recuperação dos desktops é maior em relação aos computadores portáteis, por fim a partir de valores médios que somando as manutenções em ambos equipamentos a instituição realizou uma economia de aproximadamente 40 mil reais com a aplicação do reaproveitamento e recuperação de equipamentos.

Palavras-chave: Remanufatura; Logística Reversa; Equipamentos Eletrônicos;; Reparo de Equipamentos eletrônicos.

REZENDE, José Reinaldo Silva. **Electronic Equipment Remanufacturing: Applicability**. 2019. 60 fls. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ABSTRACT

The accelerated consumption and lack of proper disposal of products, their packaging and their waste have created an environmental imbalance that in recent decades has been discussed with much concern. When it comes to electronic equipment the situation is aggravated by the presence of toxic substances in its components. In this sense, the present study points out the importance of applying reverse logistics through remanufacturing on desktops and notebooks within the Federal University of Uberlândia. The data collection and statistical analysis performed regarding the electronic equipment registered in the DIMAN (Maintenance Division) and DIPAT (Patrimony Division) database, as well as access to complementary asset management systems and interviews with the managers of these units allowed the overview of the procedures performed at the university, considering the particular characteristics of the institution. Thus it points out that the reuse of electronics parts such as CPUs and notebooks maximizes the use of raw materials and reduces electronic waste disposal, presenting a viable alternative to the extension of the useful life of equipment at low cost to the University, in this sense desempenho analysis of notebooks and desktops with reused parts, he pointed out that the equipment had a long lifetime due to actions of recovery processes. As for financial analysis, it was estimated that the desktops recovery value is higher compared to laptops finally from average values by adding the maintenance on both equipment the institution realized a savings of approximately 40 thousand reais to the implementation of reuse and recovery of equipment.

Key-words: Remanufacturing; Reverse logistic; Electronic equipment; Electronic Equipment Repair.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Etapas do processo de remanufatura.....	12
Figura 2-	Estrutura organizacional da UFU.....	24
Figura 3-	Fluxograma do processo de Recuperação.....	27
Figura 4-	Fluxo patrimonial com processo decisório para equipamentos em fim de vida.....	28
Figura 5-	Relatório de Manutenção do SME.....	31
Gráfico 1-	Computadores de Mesa Ativos na UFU.....	32
Gráfico 2-	Solicitações de Recuperação de Computadores.....	33
Gráfico 3-	Estimativa de Horas Totais Trabalhadas – CPUs.....	35
Gráfico 4-	Tempo de execução do serviço de recuperação – CPUs pela DIMAN.....	37
Gráfico 5-	Distribuição do valor recuperação – CPUs.....	39
Gráfico 6-	Principais problemas apresentados em CPUs.....	42
Gráfico 7-	Demonstrativo percentual do número de equipamentos com laudos de baixa.....	43
Gráfico 8-	Estratificação da quantidade de notebooks por faixa de horas trabalhadas.....	45
Gráfico 9-	Tempo de execução dos serviços nos notebooks.....	47
Gráfico 10-	Distribuição dos valores de recuperação dos notebooks.....	48
Gráfico 11-	Principais problemas apresentados em notebooks.....	49
Gráfico 12-	Procedimento de baixa em notebooks.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Evolução da temática dos resíduos sólidos no Brasil.....	6
Quadro 2-	Classificação para as principais categorias de resíduos sólidos.....	7
Quadro 3-	Ações de Logística Reversa desenvolvidos pelos principais fabricantes de computadores no Brasil.....	18
Quadro 4-	Custos empregados nos principais procedimentos executados pela DIMAN em CPUs.....	41
Quadro 5-	Custos empregados nos principais procedimentos executados pela DIMAN em notebooks.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do ciclo de vida
CCABBM	Comissão de Controle Alienação e Baixa de Bens Materiais Inservíveis
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico
CPU	Unidade Central de Processamento
DIALM	Divisão de Almoxarifado
DICDE	Divisão de Recepção, Armazenagem e Distribuição de Equipamentos
DIMAN	Divisão de Manutenção em Equipamentos
DIPAT	Divisão de Patrimônio
DIRAM	Diretoria de Administração de Materiais
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FAU	Fundação de Apoio Universitário
GA	Gestão ambiental
IES	Instituições de Ensino Superior
LR	Logística Reversa
NBR	Norma Brasileira
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Computadores pessoais
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROPLAD	Pró-reitoria de Planejamento e Administração
REEE	Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos
RS	Resíduos Sólidos
SEMAE	Setor de Manutenção Eletrotécnica
SEMAN	Setor de Manutenção Mecânica
SME	Sistema de Manutenção em Equipamentos
STP	Sistema de Transparência Patrimonial
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	3
1.2 JUSTIFICATIVA.....	3
1.3 PROCEDIMENTO UTILIZADO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	5
2.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS – REEE.....	8
2.3 CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO E A LOGÍSTICA REVERSA	9
2.4 PROCESSO DE REMANUFATURA	11
2.5 REMANUFATURA DE DESKTOPS E NOTEBOOKS	15
3. AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	21
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL ENVOLVENDO ITENS PATRIMONIAIS.....	23
3.3 PROCESSO DE DESCARTE DE UM ITEM PATRIMONIAL.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1 ABORDAGEM INICIAL	32
4.2 COMPUTADORES	34
4.2.1 Horas Trabalhadas.....	35
4.2.2 Tempo de Recuperação.....	37
4.2.3 Valor da Recuperação	38
4.2.4 Principais Procedimentos	41
4.2.5 Procedimentos de baixa e seu impacto	43
4.3 NOTEBOOKS	44
4.3.1 Horas trabalhadas	45
4.3.2 Tempo de Recuperação	46
4.3.3 Custo de recuperação.....	48
4.3.4 Principais Procedimentos	49
4.3.5 Procedimentos de baixa e seu impacto	51
5. CONCLUSÃO	53
6. TRABALHOS FUTUROS	56
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	57

1. INTRODUÇÃO

São raros os cenários que os equipamentos eletrônicos não estão inseridos. Sua utilização promove benefícios incontestáveis, entretanto, a grande procura acarreta uma excessiva competitividade no mercado de bens duráveis e um ritmo acelerado de produção de novas tecnologias que superam as anteriores, gerando a necessidade do consumo, o que acaba tornando a vida útil desses produtos cada vez menor.

Com o passar do tempo, tornou-se evidente que o modelo linear de produção e exploração dos bens naturais (que se baseia na extração da matéria prima, a fabricação do produto, o uso desse produto por um curto período e então seu descarte) não se apresenta como um modelo sustentável.

O consumo acelerado e a falta de destinação correta dos produtos, suas embalagens e resíduos, criou um desequilíbrio ambiental que nas últimas décadas tem sido discutido com muita preocupação. Nos países desenvolvidos as iniciativas para construção de uma política de gestão dos resíduos sólidos datam do início da década de 1970 (ZANIN, MANCINI, 2004). Nesse período as preocupações consistiam na disposição de todos os resíduos gerados em aterros sanitários, com o passar do tempo verificou-se que eram necessárias medidas mais assíduas que envolviam principalmente a redução na geração destes resíduos.

Deste modo, a partir da década de 1980 buscou-se envolver o maior número de setores da sociedade da produção ao consumo, junto a iniciativa pública. Construiu-se uma valoração sobre os resíduos, de modo a estabelecer uma dinâmica em que estes sejam reaproveitados em uma escala maior do que a sua disposição (ZANIN, MANCINI, 2004).

Em contraponto, o Brasil estabeleceu sua política de resíduos sólidos tardiamente em 2010, com a aprovação da Lei nº 12.305. O texto da lei aponta as diretrizes para uma gestão integrada de resíduos sólidos, apresentando os fatores de risco do descarte desordenado desses produtos e atribuindo responsabilidades aos geradores e ao poder público. A lei, ainda institui a prática da logística reversa como instrumento de manejo dos resíduos sólidos, provenientes de produtos eletroeletrônicos e outros (BRASIL, 2010).

Uma logística reversa pode ser definida como um processo de retorno de produtos a sua fonte, para que a promoção das ações necessárias para minimizar o descarte dos rejeitos de materiais ao ambiente. Nesse sentido envolve a reciclagem, o reuso de partes dos produtos, promoção de reforma, reparação e remanufatura (STOCK,1998).

A remanufatura consiste em um processo de transformação ou revitalização de um produto, a partir da substituição dos componentes avariados por outros elementos que ainda possuem um bom funcionamento, prolongando o ciclo de vida desse produto (STOCK,1998).

Nesse contexto a atenção deste trabalho foi direcionada aos equipamentos eletroeletrônicos (EEE), mais especificamente aos desktops, notebooks, equipamentos presentes em diversos nichos da sociedade e que são ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento pessoal, organizacional, econômico, político e social. Essas ferramentas pela grande utilização e pela evolução dos dispositivos acabam possuindo uma obsolescência precoce gerando grandes montantes de lixo eletrônico.

Estudos como os de Moura *et al.* (2012) apontam que o lixo eletrônico cresce no Brasil cinco vezes mais que o lixo urbano e apesar da aplicação da Lei nº 12.305, a maior parte desse montante não recebe a destinação adequada promovendo elevados riscos ao meio ambiente e a saúde da população.

Sabe-se que as instituições de ensino superior, comumente atuam como centros de pesquisa e extensão e desse modo dispõem de um grande número de bens e equipamentos eletrônicos em seus setores administrativos, pedagógicos e laboratórios, desse modo operam como grandes geradores de resíduos eletrônicos. Entretanto, justamente por se apresentarem como centros de inovação e pesquisa, possuem a capacitação técnica para participar do gerenciamento da logística reversa desenvolvendo ações necessárias para o tratamento adequado dos equipamentos eletrônicos.

Nesse sentido a aplicação logística reversa por meio da remanufatura em desktops e notebooks no âmbito das universidades federais apresenta-se como uma iniciativa ambientalmente correta e socialmente útil, tendo como a finalidade o reaproveitamento de produtos, para maximizar o uso das matérias-primas e reduzir o descarte de lixo eletrônico.

1.1 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Diante do panorama apresentado objetiva-se apresentar a importância da aplicação das ações de logística reversa para equipamentos eletrônicos em Universidades públicas de âmbito federal.

Quanto aos objetivos específicos aponta-se:

- a) Realizar junto ao Setor de Manutenção eletroeletrônica um levantamento sobre o processo de vida útil dos equipamentos utilizados na Universidade Federal de Uberlândia.
- b) Verificar as práticas de logística reversa aplicadas na Universidade Federal de Uberlândia, especificamente quanto a desktops e notebooks.
- c) Identificar e apresentar as principais métricas e indicadores do processo de remanufatura de computadores como por exemplo: tempo, estrutura física, capacitação, entraves burocráticos e técnicos.
- d) Verificar o aumento de sobrevida obtido após um processo de remanufatura de um equipamento.
- e) Estimar o ganho econômico e socioambiental com o processo.
- f) Criar um panorama estatístico que possibilita ao gestor avaliar a efetividade de optar por um processo de remanufatura.

1.2 JUSTIFICATIVA

A situação brasileira frente ao desafio do aproveitamento dos resíduos sólidos e a destinação correta dos rejeitos e lixo eletrônico é resultado do intenso processo de industrialização iniciado nos anos de 1960, que culminou no aumento das áreas urbanas e do consumo de bens e serviços, gerando impactos ao meio ambiente.

Pesquisas como as de Ferrer (1997) apontam que os equipamentos eletrônicos de uso pessoal como computadores, notebooks e celulares apresentam, dentre os bens de consumo duráveis, o menor ciclo de vida útil. Assim, além dos aspectos ambientais, é preciso considerar os âmbitos sociais e econômicos ligados a esse ciclo de vida tão curto.

No âmbito das universidades públicas, a demanda por esse tipo de equipamento é inerente às atividades promovidas em todos os seus setores e frequentemente são necessários reparos e substituições destas máquinas.

Portanto, se as atividades desenvolvidas nessas instituições de ensino trabalham inovação do pensamento por meio da aplicação das tecnologias dos mais diversos setores, a preocupação com o tratamento adequado dos resíduos eletrônicos, encontra nesse ambiente o estímulo necessário para prosperar. O que justifica o estudo dos processos de recuperação de equipamentos eletrônicos por meio da remanufatura nas universidades públicas.

1.3 PROCEDIMENTO UTILIZADO

O procedimento de desenvolvimento deste trabalho se segmenta conforme apresentação a seguir.

No presente capítulo – **Introdução** – são apresentados a introdução, a justificativa, os objetivos (gerais e específicos) e a metodologia do trabalho de pesquisa;

- O capítulo 2 – **Revisão bibliográfica**– apresenta-se o contexto da remanufatura frente a Política Nacional de Resíduos Sólidos baseado nos autores da área;

- O capítulo 3 – **As instituições de Ensino Superior e os resíduos eletroeletrônicos** – apresenta a importância da remanufatura e práticas sustentáveis no contexto das Universidades públicas e as investigações realizadas no estudo de campo e na aplicação do instrumento de pesquisa no setor responsável pela manutenção de equipamentos da Universidade Federal de Uberlândia;

- No capítulo 4 – **Resultados e Discussões** – realizamos a discussão principal do trabalho confrontando os dados coletados e a literatura encontrada sobre o tema;

- No capítulo 5 – **Considerações finais** – são apontadas as conclusões finais do trabalho de pesquisa.

- E no capítulo 6 – **Trabalhos futuros** – apresenta-se as perspectivas de evolução do tema, apontando pontos de atenção que podem estruturar novos trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O principal objetivo da revisão bibliográfica está na identificação e seleção do referencial teórico, que compreende as informações imperativas sobre o tema.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A preocupação com a geração e descarte dos resíduos sólidos (RS), vem sendo discutida com mais ênfase nas últimas décadas, devido ao eminente esgotamento dos recursos naturais do planeta e dos impactos do descarte inadequado desse material. Mundialmente tem-se dado cada vez mais importância ao desenvolvimento de alternativas de gestão dos RS e a fim de minimizar os impactos que vem sendo observados com o crescimento populacional e o alto índice de urbanização.

Dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2016) estimam que até 2030 60% da população mundial viverá em áreas urbanas. Nesse sentido, seriam necessários recursos naturais de três planetas, para suprir os mesmos hábitos de consumo e estilo de vida que a sociedade possui atualmente para os 9,6 bilhões de habitantes, que são estimados em nível mundial até ano de 2050.

Os resíduos sólidos são definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004; p. 1) como resultante “de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Verifica-se que anualmente no Brasil são produzidos aproximadamente 78 milhões de toneladas de resíduos sólidos sendo que mais de 40% destes não tem uma destinação adequada (VENTURA, 2018).

Perante o contexto apresentado, faz-se cada vez mais necessário o enfoque dado ao desenvolvimento de alternativas de controle e destinação dos RS do momento da geração de um produto até o descarte final, com o fim de minimizar o impacto ambiental decorrente dos rejeitos.

No contexto da gestão dos RS há segundo Gasi e Ferreira (2006) o objetivo de se minimizar a produção desses resíduos, porém a prioridade é identificar novas formas de produção, comercialização e uso de produtos que visam evitar a geração de rejeitos.

No Brasil a preocupação com o ecossistema e seus desequilíbrios decorrente dos resíduos em si, inicia-se na década de 1990. No **Quadro 1**, a seguir, podemos verificar a evolução da temática dos resíduos sólidos no Brasil a partir desta data.

Quadro 1 - Evolução da temática dos resíduos sólidos no Brasil.

1991	Projeto de lei 203 sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de hospitalares e de serviços de saúde.
1999	CONAMA 259 - aprovação das diretrizes técnicas para a gestão de RS, entretanto não foi publicada.
2001	Implementação da Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos pela Câmara dos Deputados e Formulação de uma proposta que visa a substituição do Projeto de Lei 203/91.
2003	Decreto Federal de 11 de setembro homologa o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo.
2004	CONAMA realiza o seminário “Contribuições à Política Nacional de Resíduos Sólidos” que objetiva a atualização da proposta 259.
2005	O projeto de lei da PNRS é debatido em grande escala nos ministérios e o CONAMA disponibiliza a resolução nº 358 referente ao tratamento e a disposição final dos resíduos hospitalares.
2006	Aprovação do Decreto Federal nº 5.940, que determina a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal para destinação às associações e cooperativas de catadores.

Fonte: Adaptado de Iwasaka (2018, p.114-115).

Nesse sentido anos mais tarde foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos no país, regida pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), a qual apresenta-se como a iniciativa nacional para minimizar este quadro, visando o tratamento e o reaproveitamento desses resíduos, transformando-os em novos produtos que possam ser utilizados em seu próprio ciclo ou outros ciclos produtivos evitando o cultivo de rejeitos.

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira no que toca à questão ambiental, com destaque para uma visão avançada na forma de tratar o lixo urbano. Traz uma concepção de vanguarda, ao priorizar e compartilhar, com todas as partes relacionadas ao ciclo de vida de um

produto, a responsabilidade pela gestão integrada e pelo gerenciamento ambientalmente adequados dos resíduos sólidos (ABDI, 2012, p. 10).

Essa política tem o foco nas ações de logística reversa e promove a disseminação de orientações que envolvem as áreas de saúde pública, qualidade ambiental, produção sustentável e redução do volume e dos riscos oferecidos pelos RS (BRASIL, 2010).

Além da PNRS, a norma brasileira ABNT (2004) estabeleceu uma classificação para as principais categorias de resíduos sólidos de acordo com os riscos potenciais que estes apresentam ao meio ambiente e à saúde pública que podem ser verificados no **Quadro 2**, a seguir, auxiliando no gerenciamento adequado desses RS.

Quadro 2 - Classificação para as principais categorias de resíduos sólidos

Classe	Definição	Tipos de Resíduos
I- Perigosos	São aqueles que, gerenciados de forma inadequada atingem o meio ambiente e a saúde pública. Ocasionalmente agravando o índice de doenças e mortalidade.	Lâmpadas, Pilhas, Cartuchos e toners, Eletroeletrônicos, Eletrodomésticos, medicamentos, Equipamentos hospitalares, Álcool, Acetona, Tintas, Óleos, Lubrificantes, Lâminas etc.
II - Não perigosos	São aqueles que não apresentam perigo em sua composição	
IIA – Não inertes	São aqueles apresentam propriedades como : Biodegradabilidade, Combustibilidade ou Solubilidade em água	Resíduos orgânicos, Papeis, papelões, Plásticos, borracha, silicone, madeira, têxteis, metais ferrosos e não-ferrosos, vidros, espelhos etc.
IIB – Inertes	São aqueles que, após entrar em contato com a água, apresentam resultados em material solubilizado a concentrações.	Resíduos de construção civil (cimento, concreto, gesso etc.), isopor, pneu etc.

Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

Na classe dos resíduos perigosos encontra-se o chamado lixo eletrônico, resultantes de equipamentos eletrônicos que chegaram ao fim da sua vida útil por algum motivo e ao serem descartados passam a ser identificados como Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REE (CONCEIÇÃO *et al.*, 2018). Tais equipamentos trazem grande preocupação por se apresentarem como fontes potenciais de contaminação ambiental.

2.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS – REEE

Na nossa sociedade as atividades cotidianas demandam cada vez mais tecnologias, fator que estimula a inovação, entretanto gera o fenômeno da obsolescência programada, que resulta na transformação dos equipamentos eletrônicos em resíduos cada vez mais cedo.

Estudos como os de Silva, Martins e Oliveira (2007) apontam que em decorrência da lógica comercial, bienalmente as tecnologias de celulares, impressoras, computadores pessoais e televisores são transformadas em subprodutos, devido as novas inovações apresentadas no mercado.

Essa precoce obsolescência acaba gerando mais resíduos, que especificamente se denominam resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEE. Estes são caracterizados por substâncias e matérias-primas muito heterogêneas e diferenciados dos resíduos tradicionais, devido ao alto teor de substâncias tóxicas presentes em seus componentes que representam perigos a população e ao meio ambiente, mas que ainda podem ser matérias-primas de valor passíveis de recuperação (KHETRIVAL *et al.*, 2007).

De forma geral, eles consistem em metais ferrosos e não-ferrosos, plásticos, vidros, madeira e madeira compensada, placas de circuito impresso, concreto, cerâmica, borracha e outros itens. Os REEE são constituídos por cerca de 50% de ferro e aço, 21% de plásticos, 13% de metais não ferrosos e outros constituintes. Os metais não ferrosos consistem em metais como cobre, alumínio e metais preciosos como prata, ouro, platina, paládio e outros. A presença de elementos como chumbo, mercúrio, arsênico, cádmio, selênio e cromo hexavalente e retardadores de chamas além das quantidades limites nos REEE resultam na sua classificação como resíduos perigosos. A incineração ou o desmanche de REEE são considerados tóxicos. Portanto, eles são alvo de reutilização, valorização ou eliminação de resíduos perigosos (PAES, 2015, p.37).

Dentre os principais impactos ambientais e sociais da errônea destinação dos REEE podemos citar com base em Virgens (2009) fatores como:

- a) A contaminação dos recursos hídricos, o solo e o ar;
- b) Redução da vida útil de aterros sanitários;
- c) Perda das matérias primas de alto valor agregado, como o ouro e a prata presentes nesses equipamentos e podem ser recicladas e retornadas ao ciclo de consumo;
- d) Esgotamento acelerado dos recursos naturais.

Devido aos impactos gerados ao ecossistema conforme mencionado, as prioridades das ações visam a contingência do seu descarte, deste modo o setor mercadológico das tecnologias atuante no ramo dos eletroeletrônicos passou a adotar ações ligadas aos programas de gerenciamento de RS, por meio da remanufatura, reciclagem e logística reversa. Uma vez que estes resíduos possuem potencial recuperação e uma cadeia de valor comercial, reduzindo assim o risco ambiental e as práticas inadequadas de descarte.

2.3 CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO E A LOGÍSTICA REVERSA

A Logística Reversa apontada no PNRS é uma das áreas da logística, a principal diferença para a logística tradicional está que nesta modalidade a responsabilidade do fabricante frente ao produto não se encerra no momento da comercialização do produto, e sim somente após a destinação correta dos resíduos desse produto (PEREIRA et al., 2011).

Esse modelo se apresenta como um significativo instrumento de gestão dos resíduos, por ser apropriada na orientação da diversificação das formas de renovação dos RS advindos de diferentes origens, objetivando o encaminhamento destes ao setor empresarial, visando uma revalorização e não a produção de um rejeito, podendo assim ser reaproveitado para outras atividades, estendendo o ciclo de vida dos materiais que compõem o produto (LEITE, 2009).

O ciclo de vida de um produto começa muito antes da sua existência propriamente dito, alguns autores consideram a fase de concepção do produto como parte do seu ciclo de vida, o qual também é composto por: definição, produção, distribuição, manutenção e retirada de uso. (BOURKE, 2000)

Com a intenção de controlar e minimizar os impactos ambientais e socioeconômicos envolvidos ao se colocar no mercado um produto, foi desenvolvida uma ferramenta de Gestão do Ciclo de Vida (*Life Cycle Management*), a qual contempla desde a fase de projeto, passando por toda a vida útil do produto e terminando com a gestão da fase final do produto. (HERRMAN, 2008).

Nesse sentido verifica-se que para um melhor aproveitamento das matérias primas que compõem aquele produto e minimização dos impactos ambientais é preciso propor novos caminhos para o consumo e assim encontra-se os canais de distribuição reversos, sendo que neste trabalho volta-se o foco ao canal de pós consumo de produtos eletrônicos.

Os canais de pós-consumo são formados pelo fluxo reverso de produtos e materiais, que encerrada sua utilidade original, regressam ao ciclo produtivo de alguma maneira, diferenciam-se três subsistemas reversos: reuso, de remanufatura e de reciclagem, havendo também a possibilidade da destinação segura ou controlada de parcela desses produtos (CARVALHO, 2016, p. 864)

Analizando estas opções e considerando que uma das principais motivações para a recuperação de um determinado produto é o fator econômico, acompanhado da redução de quantidade de resíduos gerados no descarte; temos a seguir uma classificação dos tipos de recuperação possíveis (THIERRY 1995).

- a) Aproveitamento de peças: nesse procedimento o produto como um todo não tem condição de recuperação, assim algumas partes em bom estado de funcionamento são retiradas para serem destinadas a algum outro processo como reparo, recondicionamento ou remanufatura.
- b) Reconcondicionamento: visa restaurar um produto a um determinado padrão de qualidade estipulado, o qual é inferior ao padrão de um item novo. Neste procedimento algumas partes podem ser consertadas ou até mesmo substituídas, o que pode até conferir alguma atualização tecnológica
- c) Reparo: Constitui o ato de corrigir os defeitos de funcionamento de um produto substituindo as peças defeituosas ou corrigindo algum problema de forma a restabelecer as condições de uso, as quais são geralmente inferiores à de um produto novo.
- d) Remanufatura: é o processo que visa restabelecer as condições e funcionalidades semelhantes ao de um produto novo, com a desmontagem das

partes do equipamento e em seguida submetem-se todos os componentes a testes para garantir a sua excelência.

A ideia de se considerar também somadas à estas opções o simples descarte de um item no aterro sanitário ou destinação para alto fornos de incineração, se tornou inadequada com a evolução das políticas ambientais, passando a ter total falta de sintonia com tais demandas.

2.4 PROCESSO DE REMANUFATURA

A remanufatura pode ser definida como, um processo de restauração das condições de uso de um produto, oferecendo a mesma qualidade e garantia dos produtos novos advindos de seus fabricantes (GRAY; CHARTER, 2006).

A aplicação do processo de remanufatura em níveis industriais foi impulsionada durante as guerras mundiais, uma vez que nesses períodos os produtores manufatureiros deixavam de produzir os bens de consumo e focavam suas produções e uso das matérias primas na produção bélica. Com a indisponibilidade de novas aquisições os produtos cotidianos passaram a ser remanufaturados na tentativa de manter as necessidades sociais cotidianas (ÖSTLIN, 2008).

Porém, nas últimas décadas, o processo de remanufatura se consolidou devido ao desenvolvimento de leis e programas ambientais baseados nas preocupações advindas do reaproveitamento dos resíduos e na diminuição dos rejeitos, fazendo com que diversos setores da indústria passem a adotar essa estratégia, sendo o setor automobilístico e os hospitalares os que mais utilizam bens remanufaturados (SELIGER et al., 2009).

Ecologicamente falando, poder recuperar e manter as funcionalidades de um determinado produto traz enormes benefícios, desde a recuperação dos materiais, que evitam de ser descartados nos aterros sanitários sem qualquer preocupação ambiental, até a economia de energia gerada pelo aproveitamento de um produto frente a produção de um item novo, que envolve em muitas vezes a extração mineral da matéria prima (HERRMANN, 2008).

Esse novo olhar sob a ótica de reaproveitar energia e propiciar menos impacto ao meio ambiente trouxe novas ressignificações para os produtos recuperados; os

quais passam a ser intitulados como “valorizados”, sendo estes os produtos que após chegarem ao fim da vida, foram recuperados e retornaram ao consumidor, mas num padrão inferior ao de um produto novo (CHOUINARD *et al.* 2009).

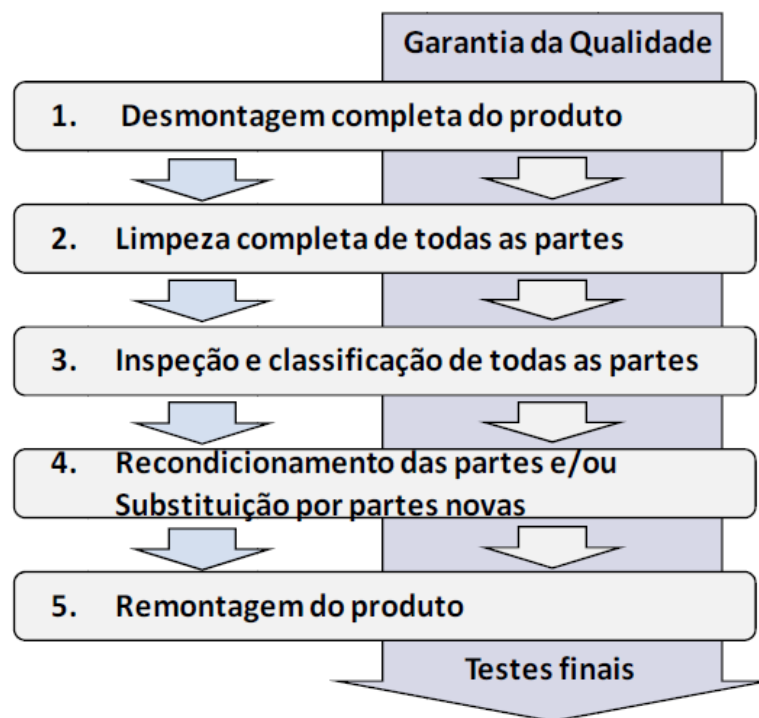
Nesse sentido a remanufatura consiste em uma forma de reaproveitamento da carcaça e de uma série de componentes dos produtos que chegaram ao final do seu ciclo de vida útil. Tais equipamentos de alguma forma não apresentam as funcionalidades desejadas, tornaram-se obsoletos tecnologicamente ou até mesmo não passaram no controle de qualidade da linha de produção, e se o fluxo normal de consumo fosse seguido, estes itens seriam descartados em sua totalidade em aterros sanitários ou até em lugares inapropriados, agravando consideravelmente o problema ambiental.

Considerando a evolução conceitual do processo de remanufatura Ljomah *et al* (2002) aponta que inicialmente estimava-se que o padrão técnico, alcançado por um produto remanufaturado deveria ser no mínimo igualitário ao estabelecido pelo fabricante original do produto (*Original Equipment Manufacturer* - OEM). Já Östlin (2008) aponta que o produto remanufaturado não deva ser levado a condição de novo, mas recuperado de acordo com padrões estabelecidos, a fim de garantir a sobrevivência ao produto.

Analizando o processo de remanufatura industrialmente, verificamos uma vasta gama de trabalhos detalhando e especificando suas etapas. Alguns autores trazem algum detalhamento por setor industrial, outros são mais genéricos em sua abordagem, mas em linhas gerais observa-se o mesmo modelo para o processo remanufatura.

Para a execução deste trabalho, utilizou-se a definição de processo de manufatura proposta por Steinhilper (1998) ao qual define o processo de remanufatura em 5 etapas, como o especificado na Figura 1, a seguir.

Figura 1- Etapas do processo de remanufatura



Fonte: Steinhilper (1998, p.40).

a) Considerando o modelo de Steinhilper (1998), aponta-se cada etapa da operação detalhadamente: Este é o estágio inicial do processo de remanufatura, no qual cada item é separado dos demais componentes do produto, sendo necessária uma avaliação posterior de cada peça em detalhes, pois isso permitirá conferir as características exigidas ao produto ao final do processo.

A desmontagem não é uma etapa simples, suas tarefas são manuais e as peças geralmente não favorecem o acesso para sua retirada, dificultando a mecanização desta atividade e encarecendo o custo final do produto recuperado. A complexidade deste processo é considerável mesmo para operações com robôs, de forma que, itens pequenos tornam-se quase inviáveis de serem desmontados.

Também é necessário considerar as implicações de projetos que ignoram a possibilidade de desmontar um produto e assim, soldas e colas poderiam ter sido descartadas como opção para junção de peças, em favorecimento de parafusos, encaixes e conexões de fácil substituição, além de modularização do produto atentando-se para a troca de um destes componentes do produto.

Outro item importante nesta etapa é obter materiais intactos sem danos provenientes da desmontagem e sem a contaminação por resíduos perigosos, óleos e graxas, que comprometem as demais peças em caso de uma condução incorreta do procedimento. Mesmo para itens destinados a reciclagem durante a desmontagem, a pureza do material é fator crucial na rentabilidade do processo.

- b) Limpeza: A etapa de limpeza constitui um processo que além de limpar a sujeira, remove oxidações, graxas, óleos e demais impurezas que atrapalham o bom funcionamento do componente, tal etapa é importante por restituir as características requeridas para a peça, as quais se assemelham a daquele item quando novo.

Vários métodos de limpeza são usados isoladamente ou em conjunto visando a melhor recuperação da peça, dentre eles destaca-se: métodos por temperatura, químicos e de atuação mecânica.

Devido à complexidade dos procedimentos tal área deve sofrer constantes modificações sempre pautando melhorar sua eficiência, reduzindo o custo com mão de obra e equipamentos.

- c) Inspeção: Uma das etapas centrais do processo de remanufatura é a inspeção, pois com base nessa avaliação das peças é que se define o seu destino. Conforme o parecer, a peça pode ser descartada, se não atender o padrão pré-estabelecido, ou ser destinada para: o conserto, condicionamento ou reciclagem.

Autores como Östlin (2008) consideram que antes de iniciar os processos de desmontagem e reprocessamento faz-se necessário a uma prévia inspeção, de modo a se determinar a recuperação ou descarte da peça. Após o processo de inspeção as peças remanescentes que atenderam as especificações necessárias são classificadas e armazenadas.

- d) Substituição de componentes: Nessa etapa, define-se o padrão a ser alcançado na remontagem, fazendo com que o produto remanufaturado atenda às condições de usabilidade. Na impossibilidade de recuperação de um determinado componente, este deve ser trocado por outro novo ou advindo de um processo de canibalização de outro produto.
- e) Remontagem e Testes finais. Após a recuperação de todas as peças, o processo de montagem de todos estes componentes é iniciado. Esse

procedimento permite o uso da mesma linha produtiva do equipamento quando novo, com o máximo de mecanização, visando a redução de custos operacionais. Mesmo com o processo de verificação e inspeção das peças separadamente; após a composição final do produto, para garantir a qualidade do produto remanufaturado outro processo de teste final é aplicado (ÖSTLIN, 2008).

Entretanto Guide Jr (2000) levantou os maiores entraves para o crescimento dessa indústria, por meio da aplicação de uma série de entrevistas com os executivos dos principais mercados para entender as dificuldades da inserção dos processos de remanufatura para seus produtos e estes citaram a necessidade de reduzir o lead time em 60% dos casos, em seguida aparece com 38% de citações a falta de sistemas formais como contabilidade, operações e logística. Dentre os outros fatores que atrasam a implementação da remanufatura estão falta de carcaças (50%), produtos projetados para o descarte (34%) e também mudanças contínuas da tecnologia (28%).

Outro receio característico de um fabricante ao analisar este mercado de remanufatura é perder vendas de produtos novos já que o mercado tem os produtos remanufaturados a sua disposição, os quais custam um preço inferior ao novo. No entanto, em um espectro mais amplo nota-se que a remanufatura depende da produção de um item novo que ao final da sua vida útil pode ser recuperado. Sem novos núcleos o processo de remanufatura não se concretiza, e também existe uma limitação da quantidade de ciclos que um equipamento pode ser reciclado, tornando injustificadas tais preocupações com a perda do mercado (GUIDE Jr, 2000).

Somado a estes fatores a favor da adoção da remanufatura por parte dos fabricantes também pode-se elencar ainda o fato de que o mercado de produção de componentes e partes de reposição para os produtos recuperados pode ser muito expressivo para ser desperdiçado (STEINHILPER, 1988).

2.5 REMANUFATURA DE DESKTOPS E NOTEBOOKS

Conforme apresentado, uma considerável parcela dos REEE se constitui por computadores e derivados do setor de informática, uma vez que esse tipo de produto atinge rapidamente a obsolescência, além disso antes mesmo de sua comercialização esses produtos já apresentam fatores de degradação do meio ambiente.

A contaminação através de produtos informáticos começa desde seu processo de fabricação, pelo uso de produtos químicos que geram gases poluentes e pela alta quantidade de água e energia que o processo consome, afetando terra, ar e água. Três são os problemas ambientais relacionados com a fabricação de computadores: a utilização de muitas substâncias tóxicas no processo de produção, um consumo elevado de água e energia e a grande quantidade de resíduos tóxicos que geram. Os produtos químicos utilizados em maior quantidade na fabricação de computadores são acetona, amoníaco, diclorometano, éter de glicol, metanol, metil etil cetona, freon 113, ácido sulfúrico, tolueno, tricloroetileno e xileno. (OPCIONES, 2003, apud ACOSTA et al, 2008).

A cadeia comercial dos produtos de informática apresenta pontos críticos de gerenciamento, que são potencializados pelas constantes inovações, sendo eles apresentados por Pires (2003) como:

- a) Curto ciclo de vida
- b) Gama ampliada de produtos
- c) Variabilidade de mercado
- d) Amplos canais de fornecimento

Tais fatores leva as chamadas condições de obsolescência, que ocorre muitas vezes pela inserção de novos produtos ou serviços, em substituição aos seus anteriores, o que torna aos olhos dos consumidores os antigos produtos menos úteis, mesmo em sua plena conservação e funcionamento. Nesse sentido Kazazian e Heneault (2005) destacam os possíveis tipos de obsolescências que os computadores e notebooks podem apresentar:

- a) Técnica ou funcional – quando o produto em uso é substituído devido a questões de funcionalidade, ou seja, são necessárias mudanças de peças ou reposições, pois os originais apresentaram baixa qualidade dos materiais, que encurtou o tempo de vida do equipamento;
- b) Planejada ou programada– quando o produto já é desenvolvido para durar um período programado pelo seu fabricante, nesse sentido cria-se a geração de um volume de vendas duradouro reduzindo o tempo entre as trocas de equipamentos;
- c) Perceptiva ou percebida – quando o produto em uso é substituído mesmo em perfeita funcionalidade, devido a apresentação de novas tecnologias com aparência inovadora e mais agradável, levando o consumidor desejar à troca.

Já quanto aos ciclos de vida dessa tipologia de produtos Acosta, Pádula e Wegner (2008, p.7) apresentam a seguinte constatação

Para equipamentos de computação (hardware) podem ter 3 tipos diferentes de ciclos de vida do produto: a via original ou a primeira vida do produto (quando está sendo usado pelo primeiro usuário) e até duas vidas a mais dependendo do reuso. A duração do primeiro ciclo de vida do produto é de 2 a 4 anos para usuários corporativos, e de 2 a 5 anos para usuários domésticos. Assim, o fim de vida útil do produto começa no período que é descartado pelo primeiro usuário até quando o equipamento vai ser reciclado ou enviado para o aterro sanitário.

A fim de evitar o acúmulo dos equipamentos eletrônicos nos aterros sanitários os autores apontam alternativas ligadas a logística reversa

Recondicionar e reciclar são as melhores alternativas para coletar computadores que já estão obsoletos e podem virar lixo informático. Para isto, a aplicação de sistemas de logística reversa é fundamental para recuperação de produtos informáticos obsoletos. Deste modo, coletar e recondicionar computadores para melhorar seu desempenho e capacidade com algumas modificações prolonga sua vida útil para serem vendidos em outros mercados a preços mais baixos (ACOSTA, PÁDULA E WEGNER, 2008, p.8)

Nesse sentido, verifica-se que a remanufatura de produtos ou componentes de computadores se apresenta como uma opção ecológica e econômica ao consumidor e aos produtores, e podem gerar um equilíbrio tanto no mercado como para o meio ambiente. Iniciativas do tipo apontam que os eletroeletrônicos como computadores, telefones celulares, cartuchos de tonners ou câmeras fotográficas descartáveis já estão sendo remanufaturados com sucesso. (FLEISCHMANN, 2001).

Estabelecendo o gerenciamento adequado destes é possível alcançar diferentes dimensões da sustentabilidade, sendo elas a ambiental propriamente, onde o meio ambiente recebe menos impactos dos produtos tóxicos e químicos dos REEE, a econômica advinda da diminuição dos custos tanto para os produtores como consumidores e o social proveniente do trabalho das cooperativas de reciclagem dos materiais.

A cadeia reversa, por sua vez, tem início com o usuário que descarta o seu computador após o fim do seu ciclo de vida. Há diversos canais reversos pelos quais os REEE retornam à cadeia produtiva e dos quais participam: fabricantes; empresas de pequeno porte, que atuam no pré-processamento e reaproveitamento de EEE; cooperativas de catadores de material reciclável e sucateiros (CAETANO; LUNA, 2015, s.p).

No Brasil PNRS aponta a responsabilidade coletiva da gestão dos resíduos, desta forma muitos fabricantes se responsabilizam pela aplicação da logística reversa

dos equipamentos de informática que comercializam, desde disponibilização de pontos de coleta, reciclagem ou remanufatura para disposição final de modo direto ou por meio do serviço de terceiros.

Nesse sentido, a prática da LR pelos principais fabricantes de computadores no Brasil, já é uma realidade, como verifica-se no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 – Ações de Logística Reversa desenvolvidos pelos principais fabricantes de computadores no Brasil

Empresa	Ações de LR desenvolvidas	Destinação dos equipamentos
Dell	Campanhas de arrecadação de computadores usados Coleta direta com o consumidor	Doação para ONGS Reciclagem das peças Venda de Remanufaturados
Itautec	Política de coleta e reciclagem de computadores obsoletos Canal disk meio-ambiente que coleta os equipamentos do consumidor	Descarte responsável de computadores obsoletos Envio de placas eletrônicas para reciclagem no exterior
IBM	Venda dos produtos como o trade-in (no qual o cliente compra uma máquina nova e a usada é recebida para ser recondicionada ou descartada dentro do processo). Remanufatura de desktops, monitores e portáteis Política de reciclagem e certificação pela ISO 14001.	A empresa possui um Banco que faz os contratos de leasing com diversos clientes para que os equipamentos retornem. Após o retorno é efetuado o processamento e realiza-se o recondicionamento. Feita a revisão estes são colocados para uso do mercado por meio de venda realizada na Homepage da empresa.
HP	Programas de reciclagem; Política de sustentabilidade que aborda todo o processo de concepção do produto, Seleção de materiais, Redução do uso de energia e água, Embalagens econômicas, coleta Destinação adequadas tanto para os resíduos oriundos da própria produção quanto para os equipamentos descartados pelos clientes. Programa de reciclagem de baterias.	Os equipamentos reciclados são submetidos a um rígido processo de desmontagem, separação das partes segundo o tipo (plástico, metal, borracha) e por fim são triturados. Os resíduos restantes da trituração são transformados em matéria-prima e reinseridos na cadeia produtiva de outros novos produtos No caso das de servidores e UPS, compostas por chumbo-ácido, a empresa encaminha para um parceiro, que providencia a separação e reutilização deste material em outras baterias
Positivo	Política ambiental e a gestão de resíduos Realização da Análise do Ciclo de Vida de um produto, Recebimento de máquinas obsoletas por meio da rede de assistências técnicas Utiliza novos materiais na fabricação de computadores, Aproveita o consumo de fontes alternativas de água	Reciclagem de materiais aproveitáveis Doação de equipamentos com bom estado de conservação

Fonte: Adaptado de Xavier *et. al.* (2010).

Portanto, com a explanação das iniciativas do mercado nacional, percebe-se que a remanufatura de computadores e equipamentos da cadeia informática apresenta-se como uma alternativa viável para o cumprimento do proposto pela PNRS, objetivando benefícios econômicos e ambientais prolongando o ciclo de vida desses produtos.

3.AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E OS RESÍDUOS ELETROELETRONICOS.

Conforme mencionado, a PNRS no Brasil, aponta a responsabilidade coletiva da gestão dos resíduos, sendo assim Zanatta (2017, p. 297) aponta que “as reflexões e a conscientização sobre a importância da conservação do meio ambiente têm trazido grandes questionamentos a respeito do papel das empresas perante a sociedade”

Todas as empresas e corporações, de todos os setores dos mercados, estão submetidas ao cumprimento das metas de produção e prestação de serviços de acordo com as normas ambientais, visando o mínimo de impacto ambiental e responsabilidade de aplicar ações de reciclagem, emissão reduzida de poluentes e de resíduos (ZANATTA, 2017).

Nesse sentido organizações do setor da educação, tais como as Instituições de Ensino Superior (IES) tem papel fundamental no desenvolvimento, tanto da consciência ecológica, como no desenvolvimento de novas ações de sustentabilidade, que possam ser difundidas nas comunidades em que estão inseridas.

Portanto nas IES

deve ocorrer a implementação de programas de gestão ambiental - GA e requer cuidados especiais no tocante ao seu gerenciamento, devendo ser colocado em prática não só o processo de conscientização. Mais do que conscientizar, é preciso sensibilizar junto aos seus agentes, inseridos em sua comunidade, destacando conscientizando a importância da sustentabilidade ambiental, fortalecendo e criando mecanismos de gerenciamentos e metas corporativas da instituição, visando atingir positivamente o desenvolvimento ambiental entre a comunidade acadêmica e a local (VENTURA, 2018, p.30).

Entretanto a efetivação dessas práticas de sustentabilidade ambiental se apresenta como um desafio a ser superado. Ventura (2018) aponta alguns dos fatores que podem ser considerados entraves nesse quesito:

- Resistência às mudanças devido aos trâmites burocráticos;
- Dificuldade para a sensibilização dos colaboradores sobre a importância manter a política ambiental;
- Falta de recursos, de funcionários capacitados e de estrutura logísticas;
- Falta de campanhas de educação ambiental voltadas para a conscientização sobre os resíduos sólidos;

Portanto estes são pontos de atenção que devem ser considerados na adoção de medidas para a implantação de políticas sustentáveis nas IES, onde estas busquem se fundamentar em princípios legais e diretrizes para a destinação final correta dos equipamentos eletrônicos utilizados nessas instituições.

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida se caracteriza como descritiva bibliográfica e quanto à forma de natureza do problema classifica-se como um estudo de caso, se atendo a uma investigação empírica a respeito de um tema contemporâneo

O estudo de caso será desenvolvido juntamente ao setor de manutenção eletrotécnica da Universidade Federal de Uberlândia, se responsabiliza pela manutenção de todos os equipamentos e itens patrimoniais da Universidade, entre eles: aparelhos de ar-condicionado, impressoras, monitores, computadores, notebooks, tablets, celulares, telefones, geladeiras, micro-ondas, bebedouros e até mesmo equipamentos de grande porte como autoclaves e máquinas de raio x.

Para o caso de equipamentos que estão ainda na garantia, o item é encaminhado para o fabricante, neste caso específico realiza o processo de manutenção. Já para determinados itens, devido a particularidade do reparo e também pela alta demanda de solicitações, como é o caso de aparelhos de ar-condicionado, o Setor de Manutenção tem um contrato específico com uma empresa prestadora de serviços e o reparo é realizado in loco por uma equipe de técnicos. Os demais itens patrimoniais da UFU que necessitam de um reparo devem ser todos encaminhados para as dependências da unidade sendo feita uma triagem entre equipamentos eletroeletrônicos e itens em geral que demandam manutenção mecânica.

A abordagem realizada para a análise dos dados obtidos classifica-se como quali-quanti. Quantitativa, pois se apresentam em números as informações coletadas em campo a fim de se realizar a análise dos dados, e qualitativa uma vez que após a realização desta análise de dados, promove-se uma discussão das características encontradas no ambiente de estudo da pesquisa, o confrontando com o encontrado na literatura.

Quanto ao instrumento de coleta de dados utilizou-se os bancos de dados dos sistemas SME - Sistema de Manutenção em Equipamentos e STP – Sistema de Transparência Patrimonial, gerenciados respectivamente pela DIMAN e DIPAT, ambos órgãos da DIRAM, que é a diretoria que gerencia e controla todo o fluxo patrimonial e seus processos.

3.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL ENVOLVENDO ITENS PATRIMONIAIS

Como forma de analisar a estrutura envolvida na gestão patrimonial da Universidade e os departamentos responsáveis por cada etapa, optou-se por conhecer todo o organograma relativo ao gerenciamento dos equipamentos da instituição.

Assim como órgão máximo relativo as questões patrimoniais, a UFU conta com a PROPLAD (Pró-reitoria de Planejamento e Administração), e tem por objetivo planejar, coordenar, supervisionar e elaborar o orçamento anual de toda a Universidade, bem como, desenvolver as atividades de programação e execução orçamentária, financeira e patrimonial, dos créditos e recursos correspondentes, subsidiar os Conselhos Superiores e zelar pelo cumprimento de suas deliberações (PROPLAD, 2016).

Subordinadas a PROPLAD temos inúmeras diretorias, sendo nosso foco de estudo a Diretoria de Administração de Materiais (DIRAM), a qual é encarregada do recebimento, registro, guarda, conservação e distribuição de materiais de consumo e permanente e a manutenção de equipamentos no âmbito da Universidade (PROPLAD, 2016).

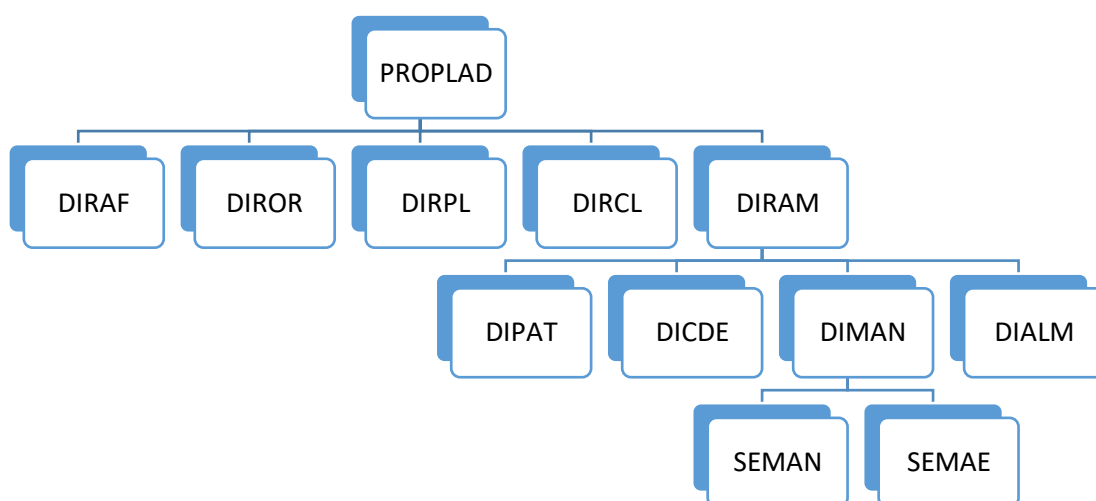
Ligadas a DIRAM temos três unidades organizacionais subordinadas, a saber: Divisão de Almoxarifado (DIALM), Divisão de Manutenção em Equipamentos (DIMAN) e Divisão de Patrimônio (DIPAT), sendo estas duas últimas alvo de estudo da nossa pesquisa (PROPLAD, 2016).

A DIPAT responsabiliza-se por manter atualizado o cadastro dos bens patrimoniais em uso na Universidade, elaborar relatórios sobre a movimentação mensal de bens patrimoniais (classificação, entradas, baixas), cadastro de lotações, locais, responsáveis e corresponsáveis referentes às Unidades Acadêmicas e Administrativas e controlar a movimentação de bens.

Já a DIMAN em linhas gerais atua coordenando e executando todos os processos de manutenção em equipamentos da Universidade, sendo constituída por dois setores: SEMAN - Manutenção Mecânica (geralmente itens de mobiliário) e SEMAE - Manutenção Eletrotécnica (equipamentos e componentes elétricos). Como o enfoque deste trabalho é a recuperação de computadores e notebooks vamos restringir a abordagem a este último setor.

Dessa forma apresenta-se o organograma da estrutura organizacional da UFU referente aos setores descritos a cima.

Figura 2 - Estrutura organizacional da UFU



Fonte: PROPLAD (2016).

Nessa estrutura organizacional temos ainda a Divisão de Recepção, Armazenagem e Distribuição de Equipamentos (DICDE), que coordena as atividades de recepção dos equipamentos quando estes são adquiridos e descartados pela Universidade.

Tal demonstrativo da estrutura organizacional mostra-se importante para compreender como estas unidades inter-relacionam-se e também como ocorre a integração de informações entre as diversas divisões envolvidas na operação com itens patrimoniais na Universidade.

3.3 PROCESSO DE DESCARTE DE UM ITEM PATRIMONIAL

Aqui ressalta-se a importância de abordar o fluxo de descarte de equipamentos por parte das faculdades e Unidades Acadêmicas da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao final da vida útil de qualquer item patrimonial da Universidade ou quando o centro de custo no qual o equipamento encontra-se lotado, este item é classificado com em desuso ou inservível para aquela unidade, é feito um pedido no portal STP (gerenciado exclusivamente pela DIPAT) solicitando a coleta daquele item. Esse pedido aberto pela unidade gestora do item chega a DICDE, a qual processa o pedido de recolhimento do bem patrimonial e executa o procedimento de coleta do equipamento dentro de um prazo médio de uma semana.

Essa operação no sistema indica que o item saiu de um centro de custo no qual estava lotado até então e conseqüentemente gera uma respectiva entrada do item no centro de custo da DICDE. Fisicamente o item foi recolhido e transportado para os armazéns de coleta desta divisão.

Ao chegar neste depósito, o equipamento é avaliado por uma comissão composta por no mínimo 3 integrantes denominada CCABBMI Comissão de Controle, Alienação e Baixa de Bens Materiais Inservíveis da Universidade Federal de Uberlândia, a qual procede a classificação dos itens segundo os critérios estabelecidos no DECRETO Nº 9.373, de 11 de maio de 2018, conforme rege o texto do artigo 3:

- I - ocioso - bem móvel que se encontra em perfeitas condições de uso, mas não é aproveitado;
- II - recuperável - 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;
- III - antieconômico - bem móvel cuja manutenção seja onerosa ou cujo rendimento seja precário, em virtude de uso prolongado, desgaste prematuro ou obsolescência; ou
- IV - irrecuperável - bem móvel que não pode ser utilizado para o fim a que se destina devido à perda de suas características ou em razão de ser o seu custo de recuperação 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 (BRASIL, 2018, p.1).

Nos casos em que o item apresenta bom estado de conservação é classificado como recuperável e encaminhado para a DIMAN, que realiza um procedimento de

manutenção completa do equipamento, verificando todos os componentes e módulos do item; igualmente é adotado para todos os demais equipamentos encaminhados à divisão.

No caso dos computadores e notebooks, essa recuperação inicia-se pela abertura do equipamento e desmontagem dos principais módulos: disco rígido, memória, placa mãe, unidade de CD/DVD, tela (no caso de notebooks) e fonte. Em seguida é realizado a limpeza destes componentes e o teste de funcionalidade, e se alguma anomalia for constatada a peça é substituída por uma nova ou por alguma peça de reposição disponível no banco de peças da unidade de manutenção, conforme ocorre em boa parte dos casos. O procedimento termina com a montagem do produto e realização de um último teste de funcionamento geral do equipamento.

Caso o equipamento passe por todos os testes de funcionamento com êxito, é então disponibilizado no catálogo de itens usados, ficando disponível para solicitação de qualquer unidade acadêmica.

Os itens cuja a análise previa demonstrou baixa possibilidade de recuperação são caracterizados como inservíveis e destinados para um galpão de depósito final, no qual são feitos lotes dos equipamentos e leiloados para as empresas e pessoas interessadas ou alienados para alguma associação ou organizações da sociedade civil, configurando-se assim o processo de baixa definitiva daquele equipamento na universidade.

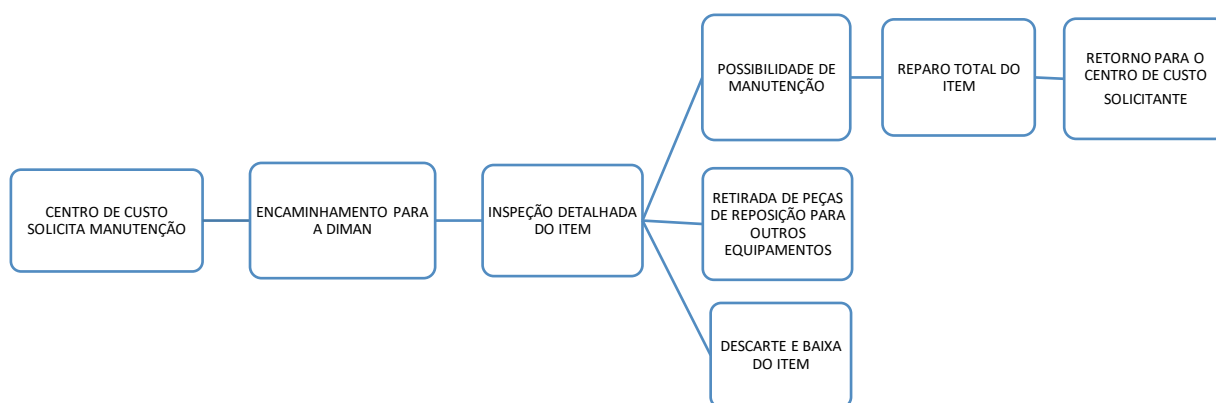
Dependendo da abrangência do dano apresentado por um equipamento, este é caracterizado como irrecuperável frente os seguintes fatores: economicidade, indisponibilidade de peças e nível tecnológico embarcado no aparelho. Entretanto mesmo nessa condição a unidade pode optar por aproveitar uma peça única ou um conjunto que apresentam bom funcionamento, alimentando o banco de peças da unidade de manutenção.

Com esse procedimento muitos computadores ou notebooks acabam sendo arrumados com peças disponíveis no próprio centro de manutenção, não onerando os cofres públicos com a compra de uma nova peça, procedimento mais lento e burocrático que implica na indisponibilidade mais longa do equipamento e uma redução de produtividade do usuário. A existência do banco de peças de substituição implica em muitas manutenções com custo zero para a unidade solicitante, conforme apresentado mais adiante pelos dados coletados da DIMAN, isso ocorre tendo em

vista que a divisão não cobra pela prestação de serviços, mão de obra; sendo o custo repassado aos centros de custo referente a compra das peças que necessitam de substituição e não há peça compatível no estoque.

A seguir apresenta-se na Figura 3, um fluxograma representativo dessa etapa do processo de recuperação de um item patrimonial da UFU:

Figura 3: Fluxograma do processo de Recuperação



Fonte: PROPLAD (2016).

Conforme apresentado, o procedimento de manutenção na DIMAN é padronizado para todos os equipamentos que chegam a unidade, sendo assim, independentemente da origem dos computadores ou notebooks ser um produto de uma solicitação de manutenção ou de um processo de recuperação do equipamento em fim de vida, a unidade executa protocolarmente seu procedimento de desmonte, limpeza e verificação das falhas dos componentes, procede com a remontagem e testes finais.

Uma vez que não há uma integração entre os sistemas STP e SME, não se obteve as informações relacionadas apenas aos equipamentos que passaram pelo processo de avaliação de possível aproveitamento e recuperação pela divisão de manutenção, deste modo optou-se por contemplar todos os equipamentos processados pela DIMAN.

Tal decisão justifica-se não somente pela uniformidade de procedimentos independente da origem do equipamento (manutenção ou remanufatura), mas é embasada em outra particularidade operacional da UFU, detalhada na sequência.

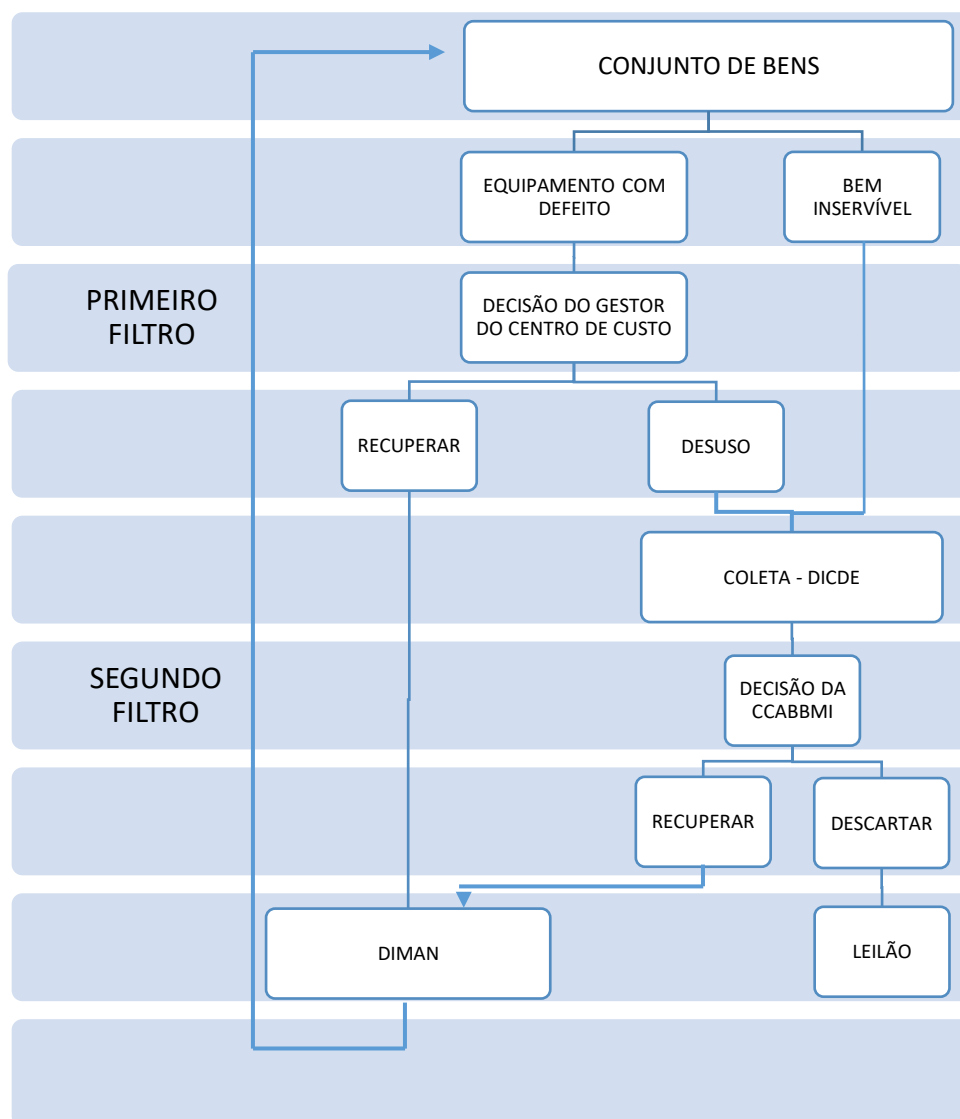
Quando uma unidade acadêmica solicita a manutenção de um item patrimonial do seu conjunto de bens, principalmente computadores e notebook, e o procedimento é executado por completo conforme o fluxo de processos da DIMAN, o gestor do centro de custo já realizou uma avaliação pouco consistente sobre o custo benefício da execução do procedimento de manutenção, ou seja, antes de acionar o setor de manutenção para recuperar aquele aparelho danificado, o diretor da unidade faz um análise parcial dos custos envolvidos naquela manutenção: tempo de uso, tecnologia embarcada nos computadores, demanda de trabalho para aquele item e até mesmo suposição do defeito que incidem no processo decisório da realização da manutenção ou declinar esse procedimento.

Caso a escolha seja não proceder com a manutenção e descartar o equipamento que apresentou defeito; através do STP o gestor daquele item solicita o seu recolhimento como bem em desuso, já que a unidade acadêmica não vai manter um item sem serventia em seu conjunto de bens, sendo este item coletado pela DICDE conforme o processo anteriormente relatado.

Nesse contexto inicia-se uma segunda seleção ou etapa de classificação, a qual o item de desuso passa novamente por avaliação pelo setor responsável e assim ser classificado como bem recuperável, passando pela manutenção e retornando para o uso mediante a solicitação de algum usuário, no catalogo de bens usados.

Na Figura 4, apresentamos esse processo em um fluxograma.

Figura 4: Fluxo patrimonial com processo decisório para equipamentos em fim de vida.



Fonte: PROPLAD (2016).

Mediante as informações preliminares a respeito da estrutura organizacional, fluxo patrimonial e de recuperação de equipamentos relatados ao longo deste trabalho, utilizou-se como embasamento quantitativo e qualitativo a coleta de relatórios e planilhas de movimentação dos bens da UFU em setores específicos para a obtenção de métricas e padrões a respeito do fluxo patrimonial.

Inicialmente foi feito contato via telefone, seguido de e-mail e posterior visita presencial à DIMAN, visando obter dados relativos ao tipo de manutenção executada pela divisão nos microcomputadores e notebooks da universidade, bem como entender o detalhamento dos dados específicos deste processo como forma de filtrar os equipamentos que possivelmente seriam descartados pela instituição e foram recuperados após passarem pela avaliação e procedimentos desta unidade.

Como proposta de pesquisa, pretendia-se coletar as seguintes informações:

- Tempo de uso do equipamento até ser descartado ou destinado para manutenção,
- Recorrência de solicitações de reparo para um mesmo equipamento,
- Custo envolvido no processo,
- Tempo total do procedimento,
- Tempo de uso após o reparo.

Logo no início da abordagem constatou-se a existência de vários sistemas envolvidos nesta operação e que a integração de informações entre tais plataformas é praticamente nula, o que dificulta a obtenção de um único conjunto de dados para trabalho.

Através do departamento de manutenção conseguiu-se o arquivo contendo os dados do SME (Sistema de Manutenção de Equipamentos), sistema utilizado pelas unidades acadêmicas para solicitação um pedido de manutenção controlado pela DIMAN. A planilha obtida no formato *pdf* apresentou dados sobre a movimentação de todos os equipamentos eletroeletrônicos que tiveram a manutenção realizada no período de 18/11/2010 à 19/11/2019, ou seja, contemplando os últimos 9 anos e todos os tipos de equipamentos enviados ao Setor de Manutenção Eletrotécnica especificamente. Tendo em vista os equipamentos de interesse do estudo, aplicou-se um filtro para selecionar computadores e notebooks.

Esse relatório registra:

- a) O número do procedimento,
- b) Número de patrimônio,
- c) Descrição do equipamento,
- d) Tipo de manutenção realizada,
- e) Datas de início e término do procedimento e

f) Valores envolvidos.

Deve-se registrar ainda que devido as limitações do sistema, tais informações foram geradas no formato *pdf*, os dados mostravam-se truncados para o tipo de equipamento e também para os detalhes da manutenção, sendo este um impeditivo para a manipulação e obtenção de análises fidedignas a respeito do tipo de manutenção executada no equipamento conforme a Figura 5.

Figura 5: Relatório de Manutenção do SME

 Universidade Federal de Diretoria de Administração de Materiais Relatório de Serviços Realizados por Técnicos								
Técnico:								
PSM	Patrimônio	Cod.Barras	Descrição	Centro	Serviço	Abertura	Encerrament	Terceltros
58191	723094	723094	CPU INTEL CORE I3 4160 3.60GHZ	IPUFU	Fernando 05/2/17 : Usuário disse "Gabinete	21/11/2016	16/02/2016	R\$ 0,00
59870	b.w.m.	0	Estabilizador de voltagem BVM	ICBIM	Em 24/04/2018. Pendente 2 baterias de 12V/5A	16/03/2017	08/05/2018	R\$ 0,00
60751	704173	704173	NOBREAK 700VA 06 TOMADAS	INBIO	Em 09/05/2018. Diagnosticado bateria com	02/05/2017	16/05/2018	R\$ 0,00
60851	854758	84758	NOBREAK 700VA 04 TOMADAS	IGUFU	Em 10/05/2018. Constatado bateria com	11/05/2017	16/05/2018	R\$ 0,00
60942	887332	87332	NOBREAK 1200VA 06 TOMADAS	FACOM	Em 30/07/2018. Pendente bateria de 12V/7AH	16/05/2017	08/08/2018	R\$ 0,00
61010	887331	87331	NOBREAK 1200VA 06 TOMADAS	FACOM	Em 24/04/2018. Limpeza zinares das conexões	19/05/2017	25/05/2018	R\$ 0,00
61012	887336	87336	NOBREAK 1200VA 06 TOMADAS	FACOM	Em 26/04/2018. Constatado bateria com	19/05/2017	25/05/2018	R\$ 0,00
61061	306125	0	NOBREAK MARCA-RAGTECH MOD.	INBIO	Em 26/04/2018. Constatado bateria com	24/05/2017	04/05/2018	R\$ 0,00
61280	887319	87319	NOBREAK DE 700VA 06 TOMADAS	COLBI	Em 10/05/2018. Constatado defeito na bateria.	26/05/2017	16/05/2018	R\$ 0,00
61319	708860	708860	MONITOR LED 21,5" WIDESCREEN	FEMEC	Em 04/09/2018. Constatado tela do monitor	30/05/2017	12/12/2018	R\$ 0,00
61373	822482	22482	NO-BREAK 600VA MARCA-APC	COPEC	Em 11/05/2018. Constatado defeito na bateria.	01/05/2017	25/05/2018	R\$ 0,00
61538	142883	6831	NO-BREAK MARCA SMS MOD.	DIRPS	Em 26/04/2018. Constatado baterias com	08/05/2017	09/05/2018	R\$ 0,00
61572	139321	24899	NOBREAK MARCA-OMS MOD.	IPUFU	Em 04/05/2018. Constatado bateria com	12/05/2017	25/05/2018	R\$ 0,00
61577	897479	97479	NOBREAK 1200VA 06 TOMADAS	FACED	Em 25/04/2018. Constatado bateria com	12/05/2017	09/05/2018	R\$ 0,00
61578	887377	87377	NOBREAK 1200VA 04 TOMADAS	FACED	Em 10/05/2018. Constatado defeito nas baterias.	12/05/2017	25/05/2018	R\$ 0,00

Fonte: Sistema de Manutenção de Equipamentos UFU, 2019.

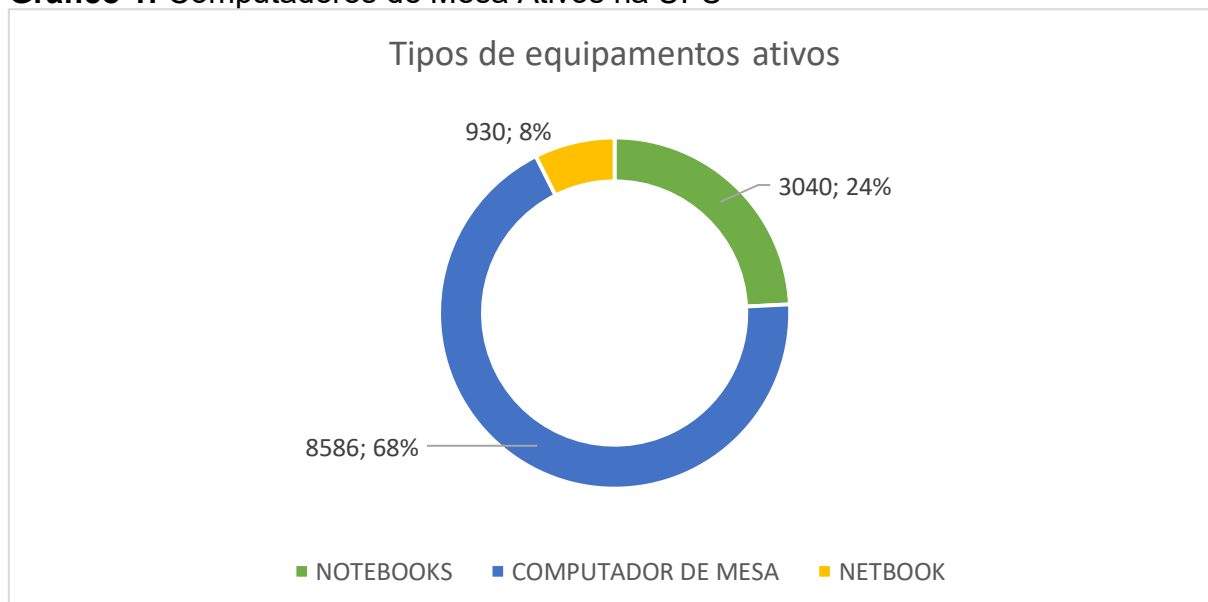
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ABORDAGEM INICIAL

Para contextualizar este trabalho faz-se necessário demonstrar o conjunto de dados de trabalho e indicar sua representação na UFU, desta forma, foram coletas informações dos sistemas STP (controle patrimonial) e SME (controle de manutenção), e realizadas entrevistas, trocas de e-mails e cruzamentos de dados para filtrar as informações desejadas.

No caso dos desktops, foram encontrados nos registros patrimoniais 8586 máquinas, número que representa 68% dos equipamentos ativos totais de informática (PCs, notebooks e netbooks) existentes na UFU, de modo que, este estudo se torna significativo no sentido de contemplar todo o espaço amostral disponível atualmente a fim de promover o entendimento do impacto que esse conjunto de máquinas traz frente aos recursos financeiros, na geração de resíduos e questões operacionais e de planejamento da instituição, conforme demonstra-se no Gráfico 1.

Gráfico 1: Computadores de Mesa Ativos na UFU



Fonte: Elaborado pelo autor.

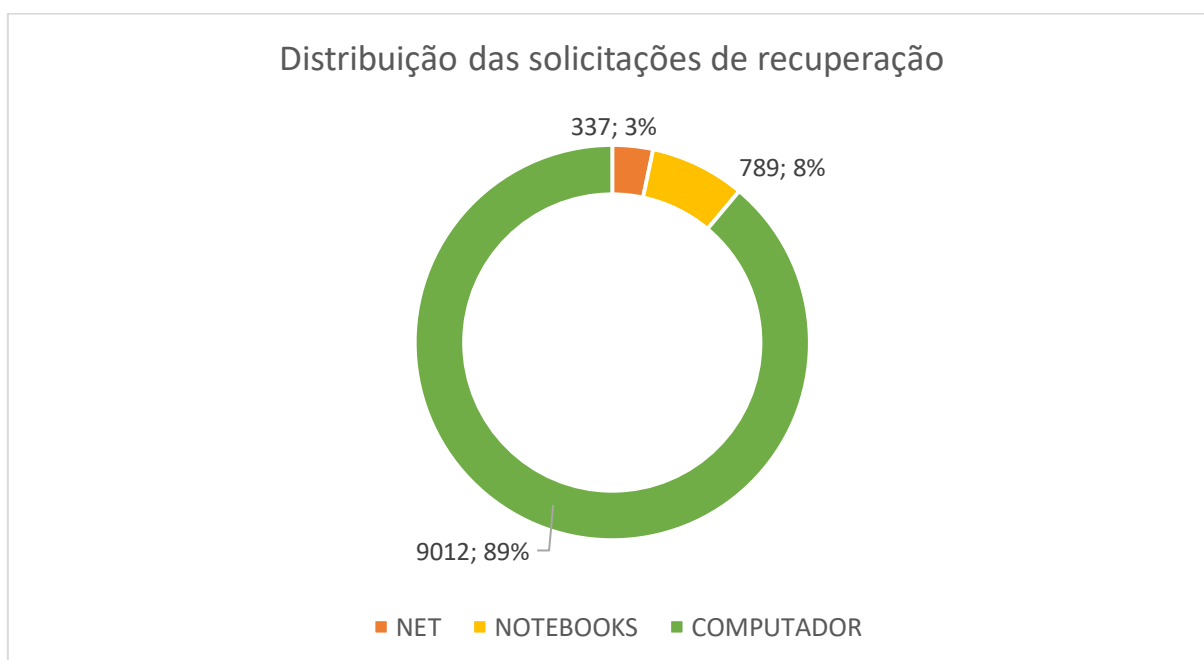
De acordo com o Gráfico 1, os notebooks ativos no sistema STP atualmente alcançam 24% de todas as máquinas presentes na UFU, sendo em números

absolutos 3040 equipamentos, uma expressiva quantidade de itens, que merecem atenção quanto ao reaproveitamento das peças e recuperação do equipamento.

Ao considerar-se o processo de fim de vida destes equipamentos de informática, a recuperação ou avaliação para desuso é feita no Setor de Manutenção Eletrotécnica, cujos os dados trazem as seguintes informações esquematizadas no Gráfico 2.

Outra informação relevante vem do quantitativo de manutenções e reparos executados pela DIMAN nestes equipamentos frente ao total de solicitações para o total de computadores, conforme mostra o Gráfico 2

Gráfico 2: Solicitações de Recuperação de Computadores



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, nota-se que embora os notebooks representem um total de 24% de todos os equipamentos de informática da UFU; perante aos pedidos de reparos ou recuperação executados pela DIMAN evidencia-se um patamar percentual menor no número de solicitações encaminhadas ao departamento proporcionalmente no que tange este tipo específico de equipamentos.

A princípio esperava-se uma taxa próxima de 24%, relacionada a representatividade desses itens no conjunto patrimonial, e pode-se sugerir dessa

forma que este tipo de estrutura, compacta e condensada favorece a maior durabilidade do equipamento no ambiente da universidade.

Os computadores representam 68% dos itens de informática total, porém observa-se que tais itens representam 89% das iterações de recuperação encontradas no sistema da DIMAN, o que indica uma certa discrepância apontada pelos dados considerados a acima com relação a proporcionalidade esperada.

Uma possível causa desta disparidade, explica-se pelo fato dos computadores de mesa possuírem a aquisição em processos licitatórios, os quais são adquiridos equipamentos que atendem as especificações mínimas exigidas, de forma que o computador do tipo gabinete, possui uma composição estrutural que envolve mais de um fabricante, já que sua composição é feita por peças diversificadas unidas num único equipamento pela empresa que venceu a licitação, a qual geralmente não é uma fabricante deste tipo de produto, sendo apenas um montador que não possui um processo único e rígido de controle de qualidade, ação que possivelmente traz impactos ao longo da sua vida útil. Para os notebooks pode-se considerar essa disparidade, mediante ao fato de que os notebooks são itens “fechados” salvo detalhes de sua configuração, não é possível juntar peças aleatórias para formar um notebook, ou seja, o equipamento tem uma identidade, uma marca de um fabricante que possui um processo industrial com algum padrão de qualidade, de forma a garantir um processo uniforme e influenciando na vida útil deste item ao longo do seu uso.

Outra hipótese que também pode ser elencada na justificativa de tal variabilidade entre o número de equipamentos ativos e o número de processos de recuperação para os diferentes tipos de computadores é o fato de que um notebook geralmente é um equipamento de uso mais restrito, tendo portanto um número reduzido ou quase exclusivo de usuários, ao passo que um desktop lotado num laboratório por exemplo tem ao longo de sua vida um amplo número de usuários, o que pode comprometer a conservação do equipamento.

4.2 COMPUTADORES

Por se tratar de um universo de mais de 2/3 dos equipamentos de informática presentes na universidade, conduziu-se uma análise específica para os computadores

do tipo desktop com a finalidade de levantar suas particularidades de uso e características apresentadas ao longo de sua vida útil.

4.2.1 Horas Trabalhadas

O número de horas trabalhadas de um equipamento é dado significativo a ser considerado pelos gestores da Universidade. No caso, de computadores e notebooks apresenta-se uma estimativa de horas trabalhadas para cada equipamento ao calcular a quantidade de dias de utilização entre a aquisição do equipamento pelo centro de custo e o processo de baixa definitiva.

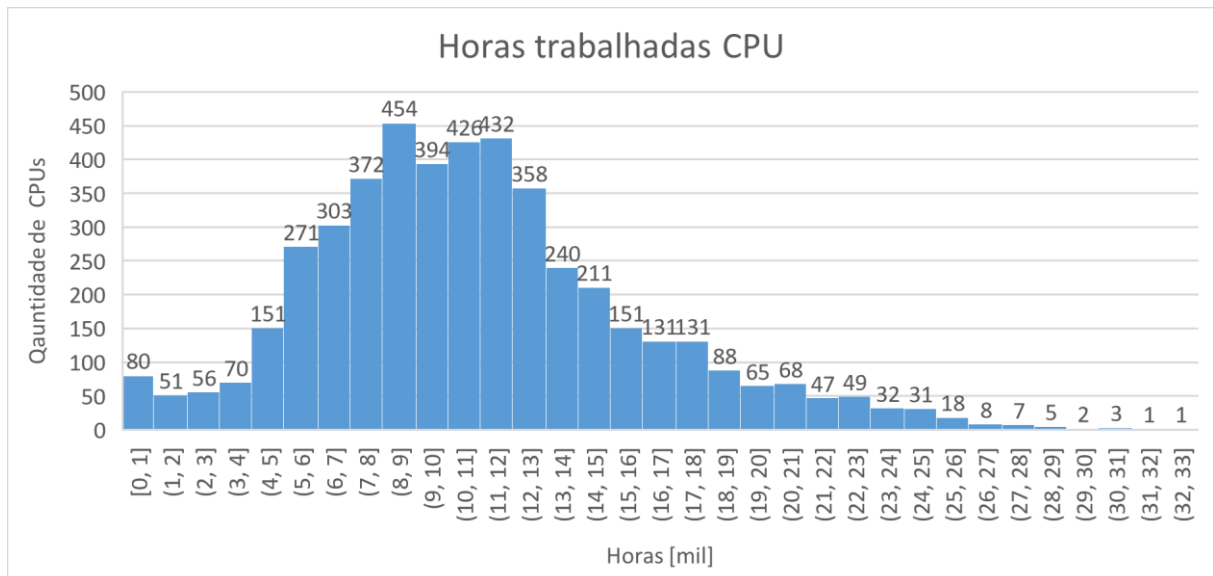
Nestes cálculos de horas trabalhadas, considerou os dias úteis entre as datas de entrada e saída do equipamento do registro da instituição, os sábados e domingos não foram contabilizados como dias trabalhados, uma vez que o funcionamento da universidade é sensivelmente reduzido aos finais de semana.

Para estimar a quantidade de horas total, considerou-se ainda a média de horas diárias de uso de computadores por brasileiros, que em 2015 era de 5,3 horas diárias por pessoa, segundo o instituto Ibope Conecta (GRIPA, 2015). Apesar desse uso se relacionar ao uso domiciliar, considerou-se a universidade como um ambiente misto, onde encontra setores em que as máquinas podem ficar ligadas por até três turnos de trabalho, e contrapartida setores aos quais as máquinas são utilizadas poucas horas diariamente, o que levou a adoção do dado apresentado pela pesquisa informada.

Dessa forma, baseando-se pelo o número de dias úteis que o computador em questão trabalhou e multiplicando pelo número de horas diário de uso, temos os valores de totais estimados de horas de trabalho destes equipamentos, dado que revela as características de uso relativas ao ambiente universitário.

Assim no Gráfico 3, apresenta-se de forma estratificada o conjunto total de computadores da universidade que alcançaram uma quantidade específica de horas de operação segundo nossas estimativas a partir dos dados de baixa no STP dos últimos 9 anos. Para efeito de melhor visualização as horas trabalhadas estão sendo contabilizadas em milhares.

Gráfico 3: Estimativa de Horas Totais Trabalhadas – CPUs



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste gráfico, verifica-se uma grande concentração de equipamentos que durante sua vida útil apresentam entre 5 mil e 15 mil horas de trabalho, esta é uma informação relevante para um gestor na tomada de decisão sobre recuperar determinada máquina ou não, uma vez que um equipamento com um número relativamente baixo de horas trabalhadas tem uma recuperação mais viável. Por outro lado, acionar a DIMAN para recuperar um equipamento com um número elevado de ciclos de trabalho pode representar um alto custo para unidade acadêmica, pois se trata de um equipamento mais antigo, ao qual a peça necessária pode não ser facilmente encontrada no banco de peças remanufaturadas da manutenção, sendo necessária a compra externa, custo que será repassado para o centro de custo solicitante.

Nesse sentido utilizou como base as publicações sobre a média comum de uso dos computadores, que considera a usabilidade média de 5 anos por equipamento, o que resulta aproximadamente 1825 dias, portanto o perfil de uso dos computadores da universidade apresenta uma média de uso de 2053 dias, sendo esse um valor maior do que o padrão estabelecido para uso destes dispositivos.

Também se depreende do Gráfico 3, que a curva de distribuição dos equipamentos pelas horas trabalhadas aproxima-se de uma curva normal, mas deslocada para a esquerda em relação ao seu centro, o que indica alguma anomalia

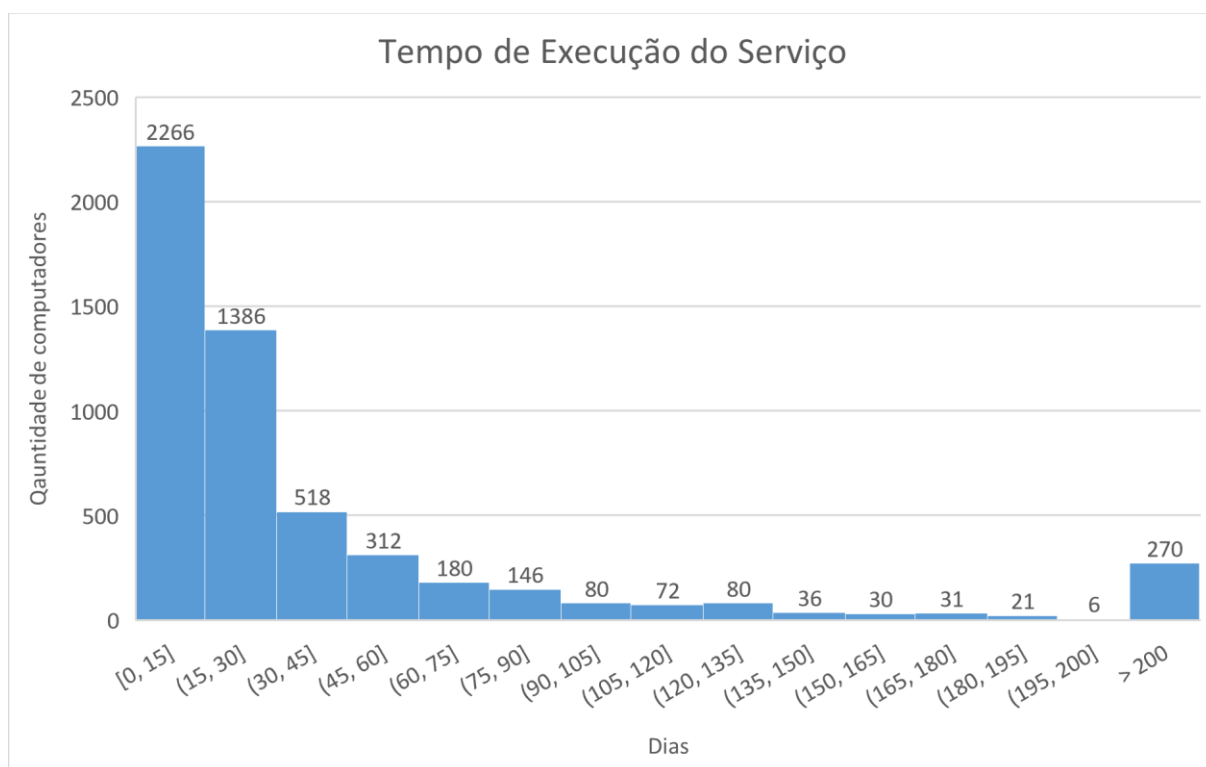
precoce ocasionada possivelmente de um mau uso de um conjunto expressivo de equipamentos, causando consequentemente um considerável desperdício de dinheiro público com tais itens.

4.2.2 Tempo de Recuperação

O tempo de recuperação de um equipamento impacta diretamente na decisão de escolha do gestor em proceder com o reparo ou colocar o equipamento em desuso. Uma vez que se o equipamento estiver em uma área crítica que não pode ficar sem ser atendida por um equipamento, o tempo de aquisição de um novo item no catálogo pode ser muito inferior ao tempo de reparo, afetando diretamente na decisão de escolha, já que a demanda de serviços, especialmente em épocas críticas como volta as aulas ou encerramento do semestre não pode esperar todo o tramite de reparo ou recuperação de um equipamento.

No Gráfico 4, mostra-se o tempo de execução dos serviços pela DIMAN

Gráfico 4: Tempo de execução do serviço de recuperação – CPUs pela DIMAN



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo Gráfico 4 estratificado de equipamentos atendidos numa determinada faixa de tempo, observa-se que os atendimentos não são imediatos, verifica-se que a maior parte dos procedimentos feitos pela DIMAN são realizados em até 90 dias, o que é um tempo considerável para o setor ou departamento caso este não possua nenhum equipamento de substituição.

Também para a situação de professores que utilizam o equipamento, e geralmente necessitam de outro equipamento para reposição de forma imediata o que os leva a procurar uma forma de adquirir um novo equipamento ao invés de aguardar por um procedimento de recuperação. Observou-se também que devido aos termos de responsabilidade patrimonial, incompreensão de procedimentos e protocolos patrimoniais que estes equipamentos estão muito suscetíveis ao descarte ou desuso mediante ao fator de responsabilização sobre extravio ou perda daquele equipamento.

Apesar de o setor apresentar um número considerável de equipamentos atendidos no período de até um mês, verificou-se que a situação se dá ao fato da divisão de manutenção ter o seu próprio banco de peças em bom estado de conservação retirada de outros equipamentos, em contrapartida há outra parte expressiva de equipamentos que necessitam de peça de reposição que não são encontradas no estoque de peça usadas, fazendo com que seja necessário iniciar um processo de compra externa de tais peças, que envolve elementos burocráticos devido as licitações de compras por meio de edital, e geralmente é feito por lotes de peças e não de forma unitária.

Assim, tal protocolo para aquisição de peças no ambiente externo faz com que universidade interfira diretamente no tempo de restituição do equipamento da unidade gestora e conseqüentemente na decisão de opção por tal procedimento.

4.2.3 Valor da Recuperação

Outro fator elementar para a recuperação de computadores em geral é o econômico. Alguns pesquisadores apontam o custo financeiro envolvido no processo como o principal determinante na tomada de decisão de executivos sobre a adoção da remanufatura no âmbito comercial.

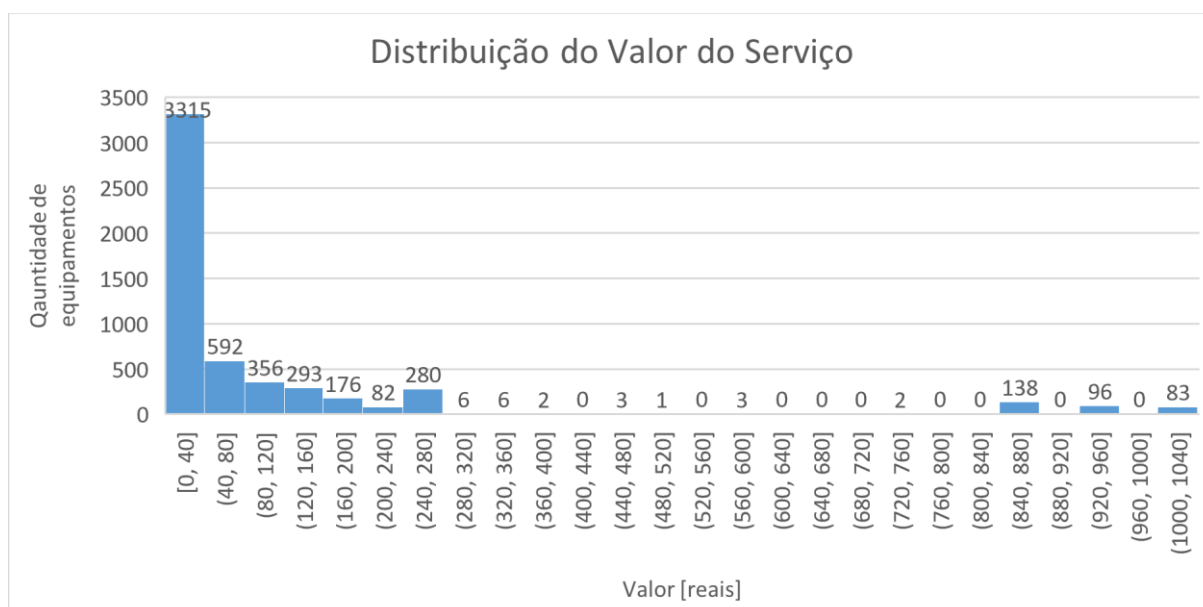
Considerando que o procedimento padronizado da Divisão de Manutenção confere o mesmo protocolo de atendimento tanto para computadores em manutenção

quanto para os em processo de remanufatura, e este constitui-se em linhas gerais num processo de recuperação daquele item, estudou-se os custos operacionais diretos da recuperação de computadores, os quais são repassados para o centro de custo proprietário do equipamento que solicitou o procedimento.

Nossa base de dados neste caso é composta por um relatório sobre o sistema SME, que gerencia as manutenções e contempla os serviços prestados a comunidade UFU nos últimos 9 anos.

O Gráfico 5, demonstra os dados estratificados da quantidade de computadores por faixa de custo que acionaram os serviços da DIMAN.

Gráfico 5: Distribuição do valor recuperação – CPUs



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo Gráfico 5 verifica-se uma expressiva quantidade de procedimentos de recuperação em computadores com custo de até R\$ 40,00, valor relativamente baixo. O estudo demonstrou que esse custo se explica por dois fatores, o primeiro devido à grande parte dos serviços de recuperação se apresentar como pequenos serviços, como limpeza, reparo de um mau contato ou uma simples substituição da bateria da placa mãe, procedimentos de baixo custo, já que a DIMAN cobra apenas a reposição das peças, não cobrando a mão de obra.

Como a Divisão de Manutenção tem como procedimento padrão realizar a desmontagem e limpeza de todos os computadores que acessam suas dependências, acaba resolvendo a maioria dos problemas.,

Outro fator do custo reduzido deve-se ao fato de que mesmo que algum equipamento necessite de substituição de peças, a substituição é realizada com uma relativa frequência utilizando uma peça recuperada do banco de peças que foi retirada de algum equipamento do patrimônio da instituição, portanto, não gera custo.

Analizando o gráfico 5 observa-se também uma concentração de equipamentos cujo o reparo ficou na faixa de até R\$ 280,00, o que justamente coincide com procedimentos de troca de disco rígido e também troca ou upgrade de memória, serviços que representam basicamente a grande demanda de substituição de peças em computadores.

Verificamos ainda a existência de alguns valores de manutenção discrepantes dessa métrica encontrada no gráfico, no qual a manutenção de um único computador chegou a custar R\$ 1023,75 estes são casos isolados. Pelos registros apresentados pelo setor o valor médio das manutenções de computadores de bancada ficou em R\$ 103,76, ou seja, na maioria das situações é indicado financeiramente o gestor optar pela recuperação do aparelho, mesmo que tal procedimento adicione apenas um ano de sobre vida ao equipamento, pois em linhas gerais, este ano adicional custou em média um valor muito abaixo do valor de aquisição de um novo computador no Catalogo de Bens da UFU, que hoje tem valor aproximado de R\$ 4800,00 (PROPLAD, 2019).

Dessa forma, equipamentos novos sob o valor de aquisição apresentado anteriormente, em um uso de cinco anos terjao um “custo” mínimo anual de aproximadamente R\$ 960,00, enquanto que um ano de sobrevida, sai pelo valor médio de R\$ 103,76 reais.

Mesmo que, seja feita um processo de recuperação de elementos críticos numa máquina antiga, como memória RAM e disco rígido na mesma máquina, e o custo deste procedimento alcance R\$ 280,00 reais, ainda assim se tem um custo muito inferior pela usabilidade comparado a um equipamento novo.

Ainda no que tange os custos envolvidos na recuperação de computadores e dessa forma conferir ao equipamento uma sobrevida, apresenta-se a seguir **no** Quadro 4, a informações referente aos custos empregados nos principais

procedimentos executados pela DIMAN em computadores que passaram pela unidade.

Quadro 4 - Custos médios empregados nos principais procedimentos executados pela DIMAN

FONTE	MEMÓRIA	BATERIA CMOS	PLACA MÃE	HD
R\$ 91,44	R\$ 127,21	R\$ 0,97	R\$ 631,43	R\$ 185,18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, demonstra-se os principais gastos por tipo de procedimento, que podem apresentar ao gestor uma noção previa, que fundamente a tomada de decisão.

4.2.4 Principais Procedimentos

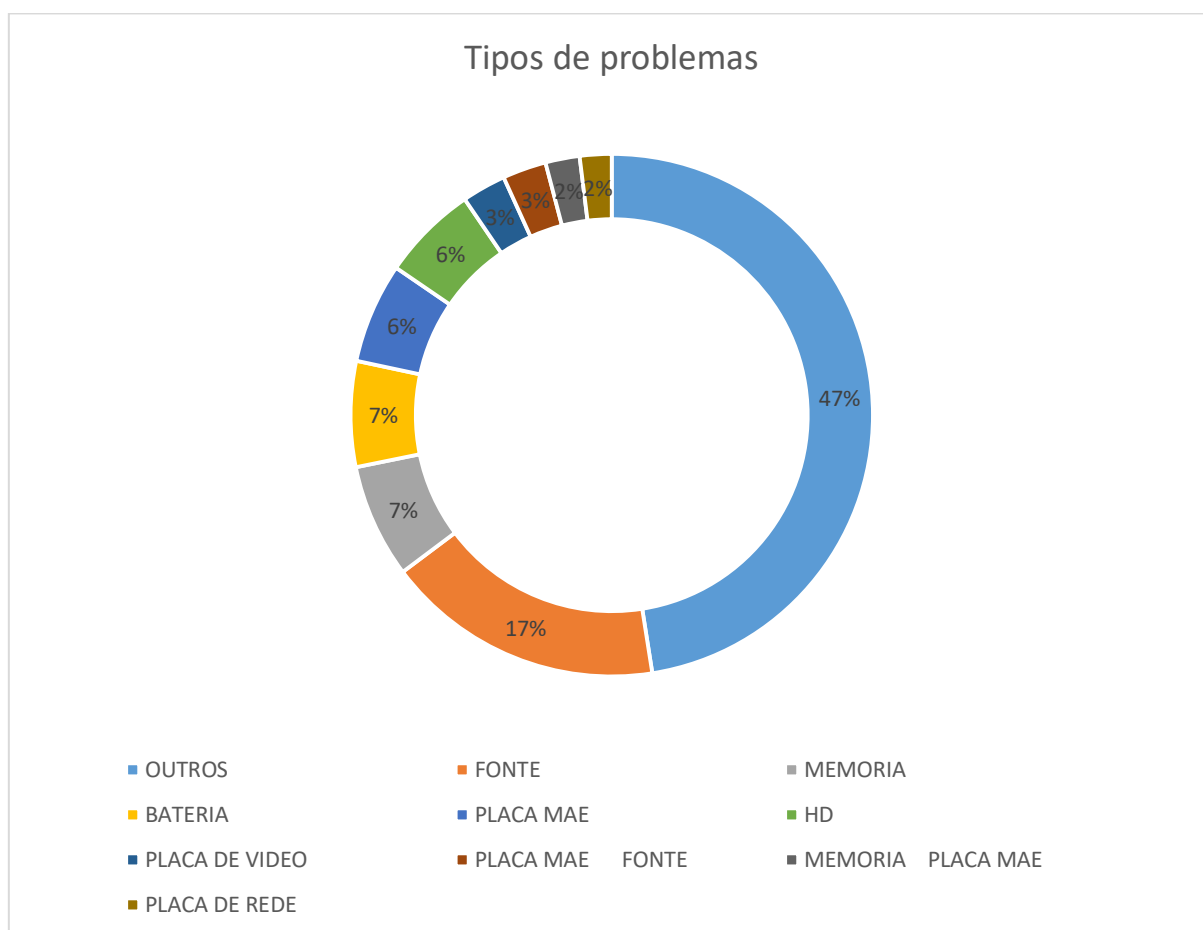
Nesse campo, pretende-se abordar os principais tipos de anomalias encontradas nos computadores encaminhados para a DIMAN, em situações de solicitação de reparo ou recuperação por parte da unidade acadêmica ou para avaliação após o equipamento ter sido colocado em desuso pelo centro de custo e dessa forma acionado a DICDE para recolher o item para seus armazéns.

Salienta-se que o procedimento de limpeza não foi considerado nessa análise por ser executado em todos os computadores que passaram pela unidade, ou seja, é uma pratica padrão da unidade e que favorece muito os computadores que estão apresentando aquecimento e o sistema de controle de temperatura interrompe automaticamente o funcionamento do equipamento, fazendo com que o usuário tenha a impressão de uma anomalia grave, que na verdade é corrigida com uma simples limpeza e evitando o descarte de muitos equipamentos.

Nessa análise também foram agrupados no indicador “OUTROS” uma série de pequenos reparos realizados de modo não muito expressivo como: reparo no botão de liga/desliga, problema no cabo, equipamentos com problemas de software, sem defeito aparente e até mesmo cancelamento do procedimento por parte do usuário. Além disso, o indicador “OUTROS” também agrupa uma série de tipos de feitos combinados, que individualmente mostraram-se pouco expressivos e foram dessa

forma suprimidos neste indicador para melhor visualização. As informações dos principais problemas apresentados pelos computadores, são dispostas a seguir, no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Principais problemas apresentados em CPUs



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os casos em que os usuários autorizaram a execução completa dos serviços prestados pela DIMAN, verificou-se a predominância de problemas com as fontes em 17 % dos equipamentos, em segundo lugar encontra-se a memória RAM com 7 % dos pedidos de problemas, acompanhado por problemas na bateria com 7%, placa mãe e disco rígido cada um com 6 % das requisições de manutenção e por último de forma ainda expressiva no conjunto de problemas isolados temos 3% dos equipamentos apresentando anomalias na placa de vídeo.

Assim, cruzando estes dados com os dados econômicos o gestor dos equipamentos além de ter conhecimento prévio sobre os gastos envolvidos em cada

tipo de procedimento, pode-se estratificar estes dados por marca e realizar um compra de equipamentos da marca que apresente um menor número de anomalias nestes elementos ou peças críticas, ou até direcionar a aquisição de novas máquinas para fabricantes, que mesmo apresentando algum problema, este apresente um custo menor do reparo que as outras marcas de equipamentos com defeitos crônicos em peças de maior valor.

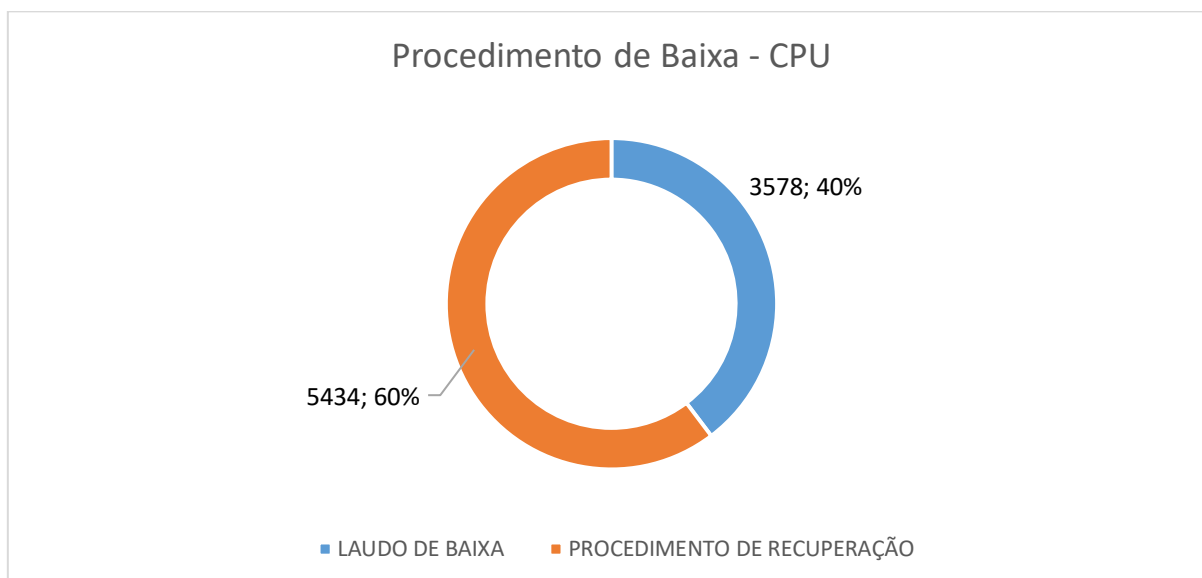
4.2.5 Procedimentos de baixa e seu impacto

Ressalta-se os dados analisados até aqui se referem aos computadores considerados como recuperáveis de acordo com a legislação vigente de baixa patrimonial, ou seja, a recuperação não ultrapassava os 50% exigidos pela lei.

No entanto, como os computadores na universidade costumam ter um longo período de uso, conforme demonstrado, estas máquinas, em boa parte das avaliações são consideradas como baixa, pois o valor do item já depreciou mediante a tabela de abatimento de 20% anual para equipamentos de informática.

Assim, como indica o Gráfico 7, há uma significativa porcentagem de computadores considerados como item irrecuperáveis pelas normas de classificação dos equipamentos. De acordo com a triagem e avaliação feita pela DIMAN após o item ser coletado na condição de desuso e ser depositado nos galpões da DICDE, cerca de 40% dos computadores tiveram laudos de baixa, o que não se considera um número alto, já que, a maioria das peças e componentes em bons estados de conservação foram retirados e avaliados para alimentar o banco de peças usadas da divisão e com isso economizou-se nos processos futuro de recuperação dos demais equipamentos. Estima-se que cerca de 5434 equipamentos puderam ser recuperados com peças de outros equipamentos, em muitos casos provenientes dos demais 3578 computadores com laudo de baixa patrimonial.

Gráfico 7 – Demonstrativo percentual do número de equipamentos com laudos de baixa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando o impacto financeiro para a instituição, não é possível fazer uma inferência muito precisa. No entanto considerando apenas valores médios, para os procedimentos de recuperação e desconsiderando as particularidades de cada procedimento como troca de bateria e outros itens, tem-se que os procedimentos com compra externa de peças tiveram um custo médio de R\$ 204,21, ao passo que quanto contabiliza-se a totalidade dos itens recuperados incluindo-se aqueles com recuperação de valor nulo propiciado por peças de reposição tem-se que o valor médio reduz para R\$ 132,81; ou seja, uma significativa redução de valor. Levando em conta que a unidade teve uma média de 403,88 desktops recuperados anualmente, e considerando essa diferença de R\$ 71,40 por equipamento, temos um total R\$ 28.837,03 reais economizados anualmente somente para este tipo de máquina. Deve-se salientar que estes números podem ser aprimorados com um conjunto de dados mais detalhados e filtros específicos.

4.3 NOTEBOOKS

Aborda-se nesse item o processo de manutenção de computadores portáteis. Em linhas gerais estes equipamentos seguem o mesmo protocolo dos computadores de mesa e demais equipamentos da universidade. A segmentação do estudo nos tipos de computadores visa descobrir alguma particularidade ou especificidade, assim

como se há diferença no padrão de peças mais trocadas, ou um padrão de horas trabalhadas para os notebooks diferente dos demais computadores e se o custo de recuperação destes equipamentos apresenta um valor mais alto ou mais baixo em relação aos demais microcomputadores de bancada.

4.3.1 Horas trabalhadas

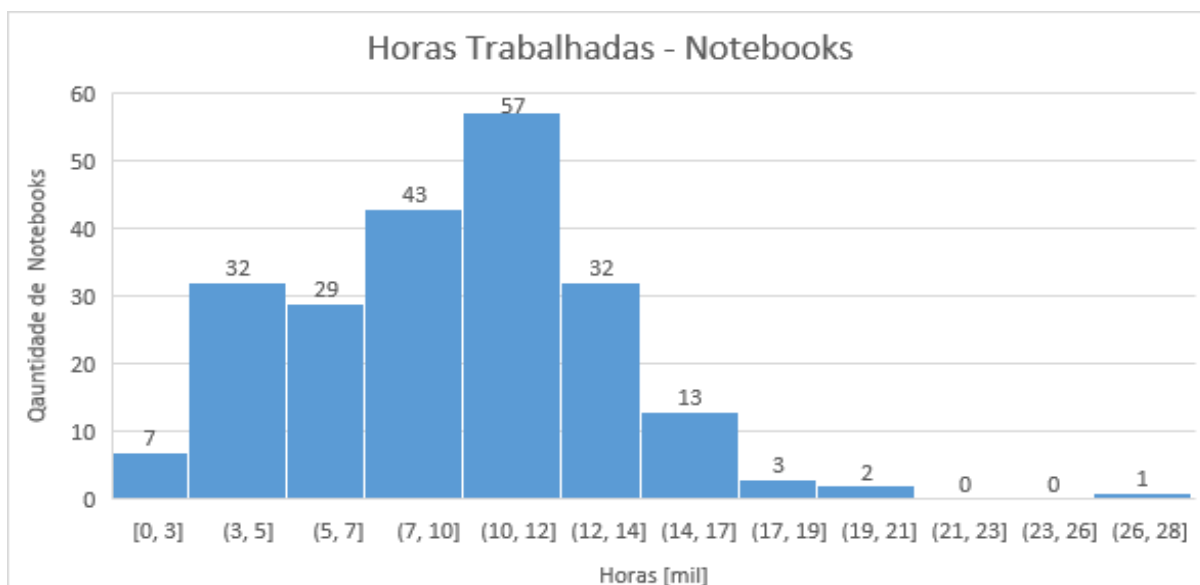
Conforme já foi exposto anteriormente, o conhecimento sobre o tempo de ciclo total de um equipamento é uma informação crucial para traçar políticas de gestão deste ativo.

Neste trabalho, procedeu-se da mesma forma que coletou-se os dados dos computadores, ou seja, para levantar o número de horas trabalhadas foi utilizada a função DIA.TRABALHOTOTAL do Excel[®], a qual teve como entrada os parâmetros data de aquisição do equipamento e data de baixa, e retorna a quantidade de dias úteis entre as duas datas, desconsiderando sábados e domingos, de forma que temos assim uma quantidade aproximada de dias que o notebook possivelmente foi utilizado nos trabalhos acadêmicos dos servidores da universidade.

Esse resultado foi então multiplicado pela mesma estimativa de horas de uso de computadores levantado por uma pesquisa nacional, que são de 5,3 horas. Assim, obteve-se o valor total de horas estimadas de uso daquele equipamento durante sua vida útil na UFU.

No Gráfico 10, demonstra-se estes números relativos aos notebooks que já deixaram de integrar o conjunto de bens patrimoniais da universidade. Para efeito de melhor visualização as horas trabalhadas estão sendo contabilizadas em milhares

Gráfico 8 - Estratificação da quantidade de notebooks por faixa de horas trabalhadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

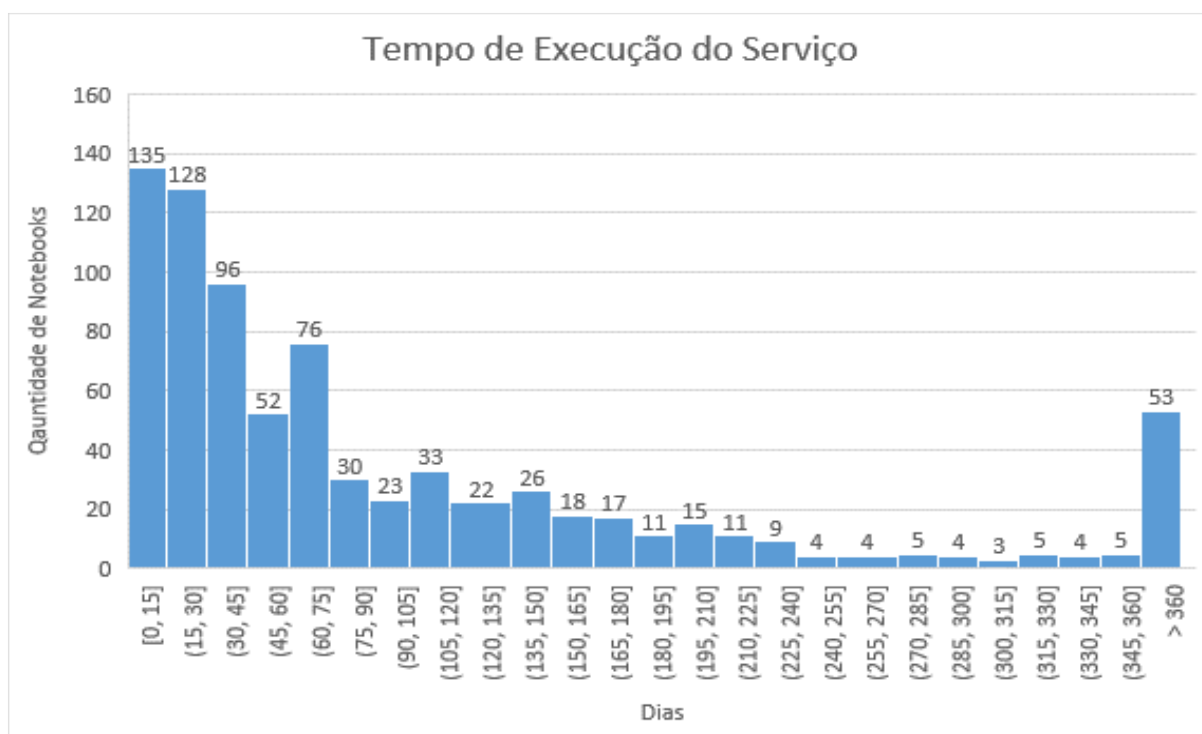
Pela análise do gráfico percebe-se uma concentração expressiva de notebooks que trabalharam entre 3 mil e 14 mil horas ao longo de sua vida útil, o que gerando uma média de 9196 horas trabalhadas para este tipo de equipamentos, sendo um número considerado elevado e que indica que a universidade tem um padrão de usabilidade considerado muito bom para estes equipamentos.

É importante salientar que a média de vida total destes dos notebooks alcançou 6,7 anos, sendo conforme já indicava o número de ciclos, um valor que sugere um longo tempo de uso e que possivelmente implicará em algum procedimento de recuperação ou substituição de peças ao longo da sua vida útil.

4.3.2 Tempo de Recuperação

Considerando a execução dos procedimentos de reparo ou recuperação na DIMAN este indicador é importante, tendo em vista que os procedimentos de remanufatura evitam o descarte total equipamento, aproveitando o núcleo e partes adjacentes, por meio de uma criteriosa revisão nessas peças ou por meio da substituição de peças que se mostraram irrecuperáveis.

O tempo de execução destes serviços é crucial para o usuário permitir-se esperar o retorno do item em recuperação sem solicitar a compra de um novo equipamento, nesse sentido o gráfico 11 demonstra as informações sobre os tempos de execução dos serviços.

Gráfico 9 - Tempo de execução dos serviços nos notebooks

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por ser segmentada em cada centro de custo, os setores se veem obrigados a ter seus computadores de reposição para tais situações, situação pouco viável do ponto de vista financeiro e logístico, já que algumas atividades necessitam de um despacho com urgência e as atividades acadêmicas também devem seguir seu calendário normalmente, de forma que o tamanho da espera impacta diretamente nas atividades da unidade acadêmica.

Dessa forma, apesar do maior número de notebooks ser recuperado na faixa de tempo inicial de até 15 dias, observa-se uma extensão considerável do padrão do gráfico que decresce ao longo do tempo, mas continua apresentando números consideráveis até na faixa de 150 dias, ou seja, alguns usuários ficaram até 150 dias sem seu equipamento em mão, tempo que compromete o desempenho do serviço do semestre.

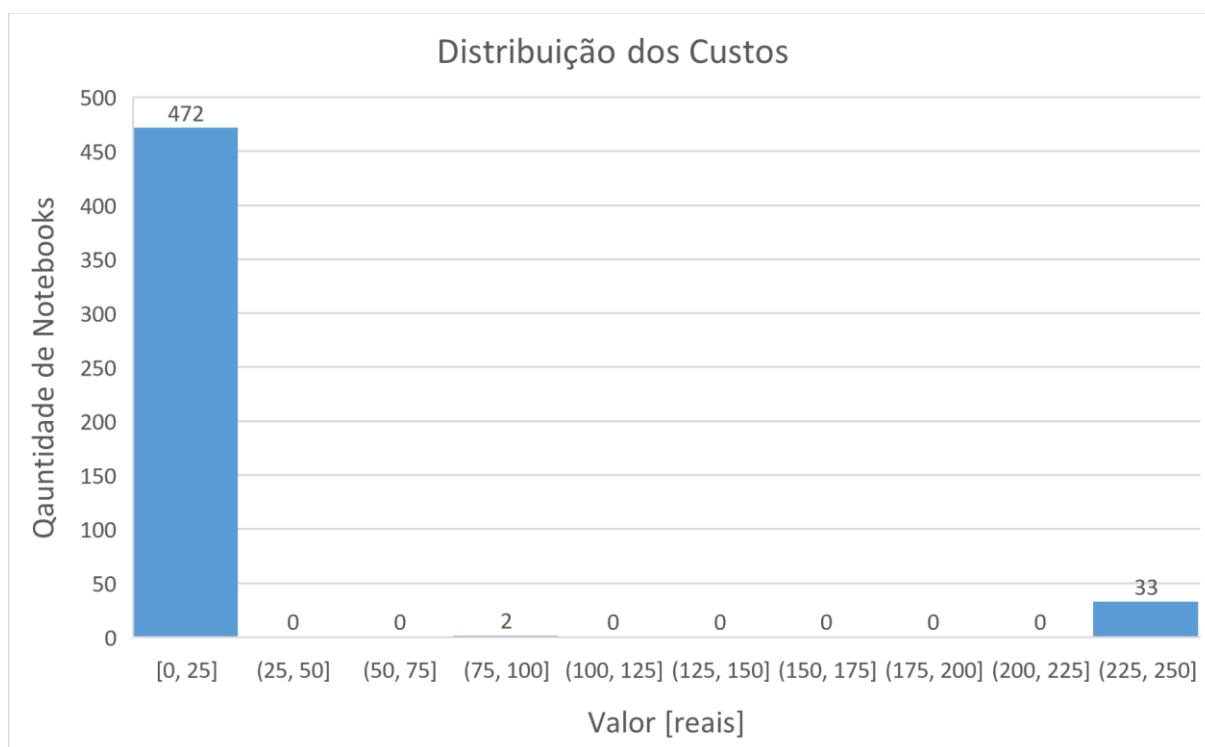
Também evidenciou que um número razoável de equipamentos não retorna da recuperação em menos de 1 ano, e elevam a média de tempo de espera para este tipo de equipamento, que se aproximou dos 105 dias; fator que desencoraja os

usuários a aguardar o retorno do equipamento sem ter de providenciar a compra de um novo item para suprir a alta demanda de trabalho.

4.3.3 Custo de recuperação

O Gráfico 10 estratifica a quantidade de notebooks pela faixa de custo do procedimento, desta forma verificou-se a presença expressivas e isoladas de duas colunas. Na faixa de preço até R\$25,00 encontram-se a maior parte dos equipamentos dado que fornece um indicativo de que os notebooks além de apresentarem proporcionalmente menos reparos, quando apresentam um custo de recuperação baixo, conforme verificado no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Distribuição dos valores de recuperação dos notebooks



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma análise mais profunda dos dados buscando apenas os aparelhos com custo de recuperação “zerado”, percebe-se que muitos destes equipamentos tiveram peças trocadas, como: memória, HD e telas; nesse sentido observou-se que muitas destas peças utilizadas nestes equipamentos advinham da baixa patrimonial de outros

notebooks, os quais tiveram seu laudo de baixa aprovado devido a classificação de conserto antieconômico para o setor, entretanto apresentavam peças em bom estado de conservação que foram retiradas e testadas para compor o banco de peças e dessa forma puderam ser reaproveitadas em outros equipamentos da universidade, evitando a geração de resíduos e também gerando economia para a instituição.

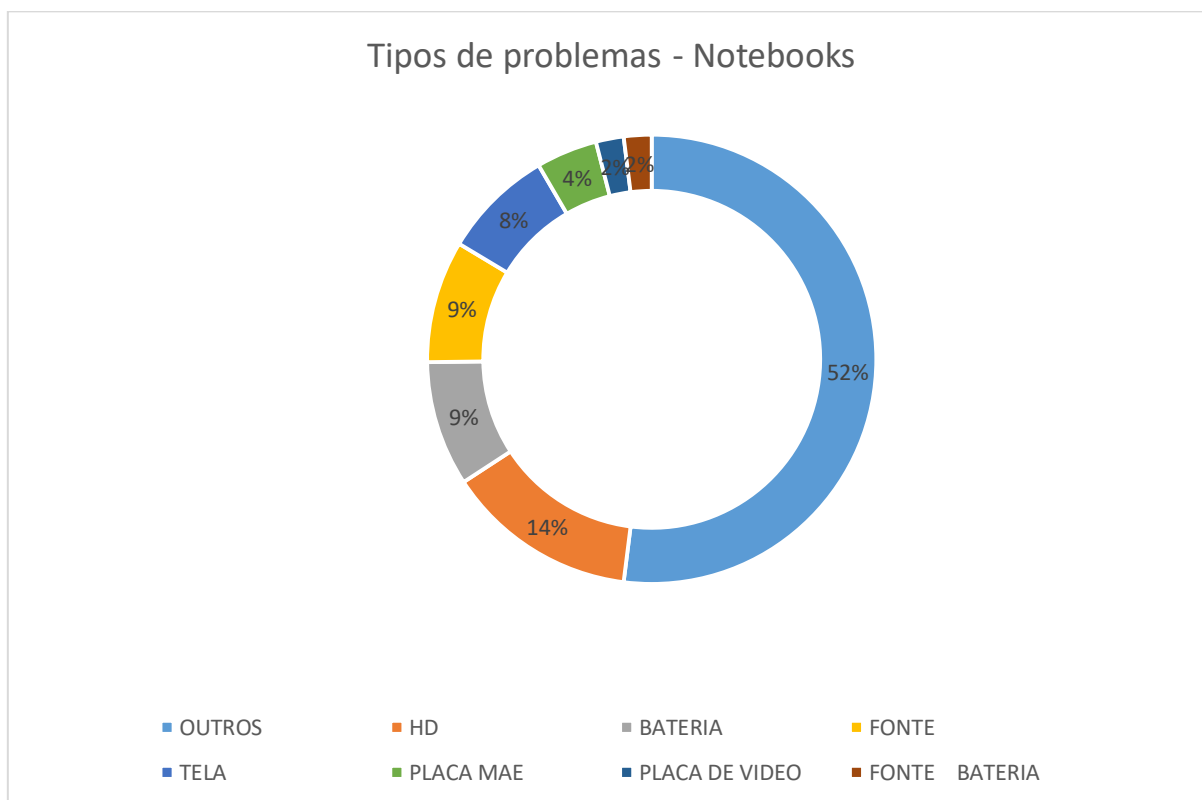
No Gráfico 10 verifica-se ainda uma concentração de equipamentos na faixa dos R\$ 240,00, que justamente é o preço médio de um novo HD que teve que ser adquirido pela UFU para substituição no aparelho. No entanto, essa coluna não é tão expressiva quanto a coluna próxima a faixa “zero”; o que indica que este processo de recuperação e reaproveitamento de peças é expressivo para o caso dos notebooks.

O fato do reaproveitamento de peças, aliado aos reparos bem-sucedidos sem necessitar de troca de peças acaba por reduzir sensivelmente o preço médio da manutenção destes equipamentos, que fica em R\$ 15,45 conforme demonstram os dados.

4.3.4 Principais Procedimentos

O estudo dos computadores portáteis especificamente visa descobrir quais as anomalias de funcionamentos estes equipamentos mais apresentam, nesse sentido estas informações são apresentadas no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Principais problemas apresentados em notebooks



Fonte: Elaborado pelo autor

Para análise do Gráfico 11, desconsiderou-se o tipo “outros” que engloba uma série de atividades como o usuário cancelar o procedimento, mau contato, ou problemas de software e não de hardware, bem como defeitos com pouca representatividade percentual. Dessa forma, depara-se em primeiro lugar com problemas de HD em 14% das solicitações de recuperação o que é um dado plausível já que se trata de um computador portátil e as quedas e movimentações do equipamento acabam por trazer problemas para este sensível componente.

Na sequência os problemas com a bateria interna do equipamento e com a fonte, ambos com 10% das ocorrências, e seguidos de problemas com a tela em 8 % dos casos e por último a placa mãe com 4 % das anomalias apresentadas neste tipo de equipamento.

Identificados os principais problemas, podemos associa-los ao custo médio do reparo de tais itens conforme demonstra a tabela a seguir:

Quadro 5 - Custos empregados nos principais procedimentos executados pela DIMAN em notebooks.

HD	BATERIA	FONTE	TELA	PLACA MÃE
R\$ 80,37	R\$ 21,15	R\$ 3,48	R\$ 0,00	R\$ 0,00

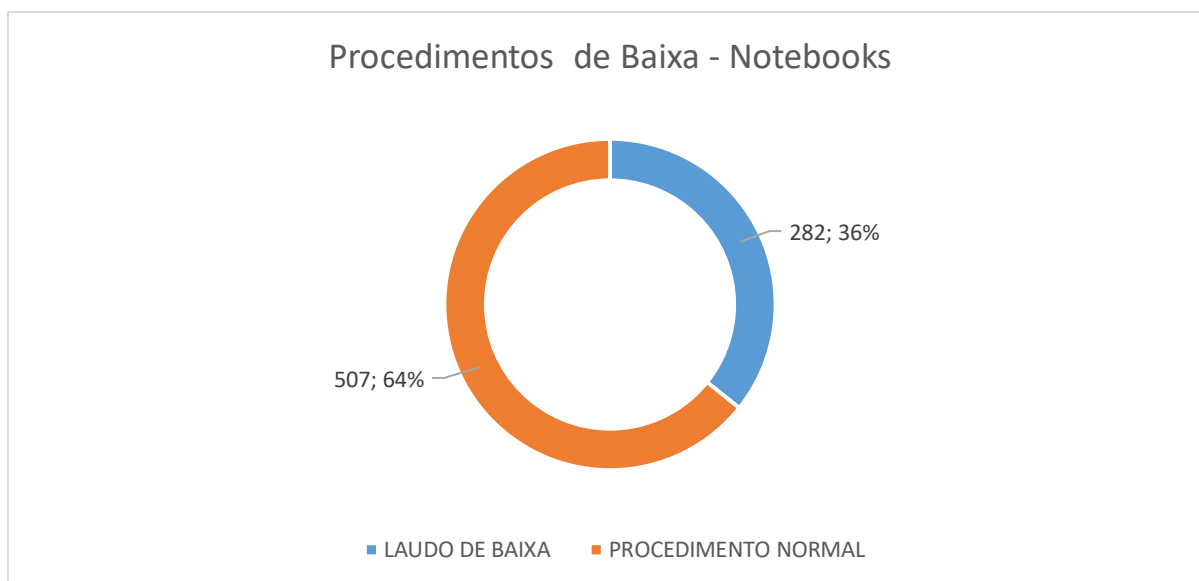
Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 5 demonstra uma efetiva recuperação dos componentes por parte do setor de manutenção ligados aos principais problemas apresentados pelos computadores portáteis. É importante destacar que tais valores somente foram possíveis devido as peças de substituição dos computadores com laudo de baixa, sendo um valor zero a indicação que todos os procedimentos daquele tipo ou tiveram as peças recuperadas ou substituídas por componentes recuperados

4.3.5 Procedimentos de baixa e seu impacto

Salienta-se que estes dados analisados se referem aos notebooks que não foram analisados de acordo com os critérios do DECRETO Nº 9.373, ou seja, os dados trabalhados são os equipamentos considerados recuperáveis, que neste caso somou 64% dos computadores portáteis, conforme demonstra o gráfico 14.

Gráfico 12 – Procedimento de baixa em notebooks



Fonte: Elaborado pelo autor

No entanto, mesmo estas máquinas com laudo de baixa por ter um valor de recuperação superior a 50% do valor de mercado, conforme determina a legislação, acabam como um elemento expressivo no processo de remanufatura de peças implementado pela DIMAN.

Com relação ao impacto financeiro de gerado pelo processo é preciso informar que o conjunto de dados obtidos não permite chegar a estimativas precisas. No entanto considerando apenas valores médios, para os procedimentos de recuperação e desconsiderando as particularidades de cada procedimento, tem-se que aqueles com compra externa de peças tiveram um custo médio R\$ 220,44, ao passo que quanto contabiliza-se a totalidade dos itens recuperados incluindo-se aqueles com valor nulo propiciado por peças de reposição tem-se que o valor médio reduz para R\$ 24,40; ou seja, uma significativa redução de valor. Levando em conta que a unidade apresentou uma média de 56,3 notebooks recuperados ao longo dos anos, e considerando essa diferença de R\$ 196,04 por equipamento, temos um total R\$ 11037,05 reais economizados anualmente somente para este tipo de máquina.

5. CONCLUSÃO

Diante dos dados descritos nos capítulos anteriores, pode-se dizer que a instituição não tem uma diretriz especificamente estruturada quanto a remanufatura total das máquinas, antes da baixa do equipamento. Observou-se mediante aos dados coletados que isso seria inviável, já que os computadores de uma forma geral apresentam um longo período em uso na instituição, e geralmente quando chegam após coleta da DICDE para avaliação da DIMAN já apresentam um nível de obsolescência tecnológica, o que demanda um alto custo de recuperação.

Verificou-se que a DIMAN e a UFU adotaram procedimentos compatíveis com as características particulares da instituição, de modo que a instituição realiza a remanufatura das peças em bom funcionamento destes equipamentos que apresentaram anomalias em seu funcionamento. Esta ação permite a recuperação de vários outros equipamentos, sendo possível com essa prática garantir uma sobrevida a muitos equipamentos, o que por impacta diretamente na elevação da média de tempo de uso dos equipamentos em geral.

Verificou-se ainda que o DIMAN não oferece garantia dos serviços prestados, o que a descaracterizaria como um órgão remanufaturador, e também devido à baixa integração dos sistemas patrimoniais que são suporte ao controle de fluxo patrimonial e de manutenção utilizados pela instituição, não foi possível selecionar e filtrar somente os equipamentos que passam por um processo considerado genuinamente como remanufatura, mesmo desconsiderando a questões como garantia ou atualização tecnológica, e aparentemente as informações preliminares deste tipo de processo para a máquina como um todo dão conta que não seria um número muito expressivo de equipamentos nessa condição.

Entretanto, no entendimento do departamento, todos os equipamentos estão cobertos pela assistência ininterrupta do órgão, ou seja, uma garantia vitalícia enquanto durar sua vida útil do equipamento na universidade, algo que o departamento trabalha para que seja o maior período possível conforme demonstrou os números dados obtidos.

Também é importante salientar que tanto o conjunto de itens no fim de vida que passam por um processo de remanufatura, quanto os equipamentos que passaram por um processo de recuperação solicitados pela Unidade Acadêmica, que ambos

trilharam o mesmo caminho dentro das divisões da DIRAM e principalmente foram submetidos aos mesmos procedimentos, o que justificou análise global e conjunta dos dados de todos os equipamentos alvo deste estudo conforme as limitações de dados detalhados.

As análises feitas revelaram que proporcionalmente os notebooks aparecem com um menor número de visitas a DIMAN e que geralmente o seu valor médio de manutenção das peças é inferior ao dos desktops, o que pode ser explicado por diversos fatores como: alta rotatividade de usuários de computadores desktops em comparação aos notebooks, que geralmente apresentam um número reduzido de usuários ; ou também o processo de origem dos desktops que em sua maioria são montados por empresas não fabricantes que ganham o processo licitatório de compra, diferentemente dos notebooks que são produzidos e montados por um único fabricante sob um único processo de qualidade, refletindo assim na vida útil deste equipamentos

O estudo também apontou os principais problemas apresentados pelas máquinas e a longa vida útil dos equipamentos na instituição, mesmo num ambiente com alta rotatividade de usuários, os equipamentos tiveram um uso muito prolongado em partes devido a atuação dos processos de recuperação que também tiveram seu custo analisado; e indicaram preços maiores para os desktops em relação aos computadores portáteis. Ainda na análise financeira, foi estimado a partir de valores médios que somando os dois tipos de equipamentos a instituição chegou a economizar quase 40 mil reais devido a recuperação de grande parte dos seus equipamentos com peças de reposição.

De forma genérica os dados revelaram que o número significativo de procedimentos de recuperação com custo zero indicam um robusto processo de reuso e logística reversa para peças dos equipamentos de informática e isso impactou numa efetiva redução de resíduos eletroeletrônicos, além de minimizar os custos de aquisição de novos equipamentos e peças.

Outro fator relevante relativo ao tempo de execução dos procedimentos refere-se à concentração expressiva de serviços executados nos primeiros 30 dias, mas verificou-se também que uma parcela significativa dos serviços se estende até aproximadamente 200 dias, o que em muitos casos inviabiliza o procedimento.

Com base nos dados analisados, conclui-se que os objetivos estabelecidos pelo trabalho foram cumpridos, uma vez que se apresentou o panorama das boas práticas aplicadas pela UFU na gestão dos resíduos sólidos e também na recuperação dos REEE. Este foi um trabalho que fez uma abordagem inicial das questões de sustentabilidade no ambiente acadêmico com relação as práticas de remanufatura e gerou muitos insumos para pesquisas mais futuras, as quais possivelmente também encontraram dificuldades na coleta e formação de um único banco de dados, para assim chegar em resultados expressivos e condizentes com a realidade deste processo crucial para o meio ambiente e para o futuro da universidade.

6. TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se:

- a) Avaliar e otimizar os procedimentos realizados pelo Setor de Manutenção, uma vez que se observou uma série de procedimentos que poderiam ser melhor estruturados, a fim de garantir uma maior economicidade ao setor público ao adotar parâmetros e procedimentos de recuperação dos equipamentos;
- b) Explorar e estimar indicadores de desempenho e eficácia, no que a aplicação de novos métodos procedimentais e sua implementação no setor;
- c) Levantamento de dados para a proposição de um novo sistema de gerenciamento das atividades diárias da divisão de manutenção, permitindo a organização das diversas informações contidas nos vários sistemas independentes em um único banco de dados ou central de informações, facilitando o acesso e a busca de informações que hoje encontram-se dispersas.

Tais trabalhos se justificam tendo em vista que o setor não tem pessoal capacitado e nem disponibilidade para realizar estas melhorias nos sistemas atuais, além de não vislumbrar uma forma de fazer a integração de todos os sistemas utilizados, mudanças que permitiriam gerar informações em tempo real sobre o andamento dos procedimentos de forma global e centralizada e a partir de então gerar indicadores importantes e imprescindíveis para este processo que tem sob sua responsabilidade um considerável universo de equipamentos.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, B.; WEGNER, D.; PADULA, A. D. Logística reversa como mecanismo para redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2008.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica, 2012. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos_.pdf> Acesso em: 07 Out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.156: **Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos**: requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 10.004: **Classificação de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei no. 12.305, de 2 de agosto de 2010 - institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 07 Out. 2019.

_____. **Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional** 4.024/61. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L4024.htm>. Acesso em: 07 Out. 2019.

_____. DECRETO Nº 9.373, de 11 de maio de 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9373-11-maio-2018-786674-publicacaooriginal-155545-pe.html>. Acesso em: 09 dez. 2019

BOURKE, R. **Unified product lifecycle management**. A QUAD White-paper., 2000

CAETANO, A.; LUNA, M. A cadeia de suprimentos e a cadeia reversa dos computadores. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**. Brasília, v. 2, n. 1, p. 40-60, jun. 2016.

CARVALHO, D.F. Logística reversa de lixo eletrônico nas organizações públicas. **Rev. Ciência e Natura**, Santa Maria v.38 n.2, 2016, Maio- Ago. p. 862 –872, 2016.

CHOUINARD, M. et al. Conceptual framework for the design and management of value loops - application to a wheelchair allocation context. **Production Planning & Control**, v.20, n.8, p.703-723, 2009.

CONCEIÇÃO, J. C. Aproveitamento de resíduos eletrônicos para construção de um fotômetro aplicado em processos de adsorção. In: CIRNE, L. E. M. R.; FRANCISCO, P. R. M.; FARIAS, S. A. R. (Orgs.). **Gestão integrada de resíduos**: universidade & comunidade. Campina Grande: EPGRAF, 2018. v. 2.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010. 2222 p.

Ferrer, G. Green City: environmental and social responsibility in an industrial cluster, **Journal of Industrial Ecology**, Vol.16, No.1, p. 142-152, 2012.

FGV ONLINE. Amostragem & pesquisas eleitorais. Disponível em: http://ead2.fgv.br/ls5/centro_rec/docs/amostragem_pesquisas_eleitorais.doc. Acesso em: 09 dez. 2019.

FLEISCHMANN, M. **Quantitative models for reverse logistics**. Berlin, Springer, 2001

GASI, T. M. T; FERREIRA, E. Produção Mais Limpa. In: VILELA JÚNIOR, A; DEMAJORVIC, J (Org.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora SENAC, 2006.

GRAY, C.; CHARTER, M. **Remanufacturing and product design** - designing for the 7th Geration. [S.I.]: The Centre for Sustainable Design, 2006.

GRIPA, M. **Brasileiro passa 5,3 horas por dia no computador em casa, diz Ibope**, 2015. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/noticia/brasileiro-passa-5-3-horas-por-dia-no-computador-em-casa-diz-ibope/49971>. Acesso em: 9 dez. 2019

GUIDE JR., V.D.R. Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. **Journal of Operations Management**, n.18, p.467,2000.

HERRMANN, C. A Reference model for business processes in closed-loop supply chain. In: CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING LCE, 15., 2008, Sidney. **Proceedings...** Sidney: The University of New South Wales, 2008.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD. 2011**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default.shtm>. Acesso em: 07 out. 2019.

IJOMAH, W. A Model-based definition of the generic remanufacturing business process. 2002. **PhD**. (Doctoral Thesis) - University of Plymouth, Plymouth, 2002.

IWASAKA, F. Y. **Políticas públicas e economia circular: levantamento internacional e avaliação da Política Nacional de Resíduos**. 2018. 139f. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

KAZAZIAN, T.; HENEULT, E. R. R. **Haverá a idade das coisas leves**: design e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Senac, 2005.

KHETRIVAL, D.; KRAUCHI, P.; WIDMER, R. Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration - learning from the Swiss experience. **Journal of Environmental Management**, v.90, n.1, p. 1-13, agosto 2007

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MICROSOFT. **Introdução aos computadores**. 2015. Disponível em <https://support.microsoft.com/pt-br/hub/4338813/windows-help?os=windows-10#1TC=windows-7>. Acesso em: 23 out. 2019.

MOURA, F. P. de et. al. Processamento de cartuchos de impressoras de jato de tinta: um exemplo de gestão de produto pós consumo. **Revista Química Nova**. v. 35. n. 6. 2012.

ONU. **Desenvolvimento sustentável**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/secao/desenvolvimento-sustentavel/> Acesso em: 07 Out. 2019.

ÖSTLIN, J., SUNDIN, E., BJÖRKAMN, M. Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing. **International Journal of Production Economics**, v.115, p.336– 348, 2008

PEREIRA, A. et. al. **Logística Reversa e sustentabilidade**. 1.ed., São Paulo, Cengage Learning, 2011.

PIRES, S.R.I., Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. **Gestão & Produção**. vol.10 no.1 São Carlos, 2003.

PROPLAD, Mobiliários e equipamentos de informática, 2019. **Disponível em:** <http://www.proplad.ufu.br/acontece/2019/12/catalogo-de-mobiliario-e-equipamentos-de-informatica> **Acesso em:** 09 dez. 2019

SELIGER, G. et. al. Innovative Processes and Tools for Disassembly. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 51, Issue 1, p.37-40, 2009

SIMONETTO, E.O de; et. al. Um modelo de dinâmica de sistemas para avaliação do reaproveitamento de resíduos eletrônicos na remanufatura de computadores em uma instituição de ensino superior. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 385-402, 2016

STEINHILPER, R. **Remanufacturing** - the ultimate form of recycling. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 1998.

SILVA, B. D. da; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. de. **Resíduos eletrônicos no Brasil**. Santo André, 2007. Disponível em <http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/> Acesso em: 10 nov. 2019.

STOCK, James R. **Reverse logistics programs, council of logistics**; 1998

THIERRY, M. et al. Strategic issues in product recovery management. **California Management Review**, v.37, n.2, p.114-134, 1995

Universidade Federal de Uberlândia. **Conheça a UFU**, Uberlândia, 2018a.

Disponível em: <http://www.ufu.br/institucional> Acesso em: 07 out. 2019.

_____. **Fatos que marcaram a trajetória da UFU**. Uberlândia, 2016. Disponível em: <http://www.ufu.br/linha-do-tempo> .Acesso em: 07 out. 2019

_____. Dados Abertos Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2018b. Disponível em: <http://www.dados.ufu.br/> .Acesso em: 07 out. 2019

VENTURA, H. F.R. **Gestão sustentável dos resíduos sólidos**: práticas na universidade federal da paraíba quanto à destinação adequada dos cartuchos e toners. 2018. 114 fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

VIRGENS, T. A. N. das. **Contribuições para a Gestão dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos**: Ênfase nos Resíduos Pós-Consumo de Computadores. 2009. 197f. (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica, Salvador, 2009.

XAVIER, L. H *et al*. Sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos de equipamentos eletroeletrônicos. In: **Anais...XVIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP**. Bauru, 2011.

ZANIN, M. ; MANCINI, S. D. - "Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia", São Carlos/SP: EdUFSCar ,2004.

ZANATTA, P. Gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável. **R. Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 296-312, out./dez. 2017.

ZANETTE, E.T. **A Remanufatura no Brasil e no Mundo**: Conceitos e Condicionantes. 2008. 103 f. Monografia. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008