

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS CAMPUS OURO PRETO
TECNÓLOGO EM GESTÃO DA QUALIDADE

Rafael Silva Caldeira

**LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA NO INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS CAMPUS OURO PRETO**

Ouro Preto

2024

RAFAEL SILVA CALDEIRA

**LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA NO INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS CAMPUS OURO PRETO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Tecnólogo em Gestão de Qualidade do
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro
Preto para obtenção do Grau de Tecnólogo em
Gestão de Qualidade.

Orientador: Prof. Dr. Renato Andrade Rezende

Ouro Preto

2024

Rafael Silva Caldeira

C1461 Caldeira, Rafael Silva.
Logística reversa de equipamentos de informática no Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto [manuscrito] / Rafael Silva Caldeira. – 2024.
32 f. : il.

Orientador: Renato Andrade Rezende.
Trabalho de Conclusão de Curso (tecnologia) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2024.

1. Logística reversa. 2. Lixo eletrônico - reaproveitamento. 3. Sustentabilidade. I. Rezende, Renato Andrade. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

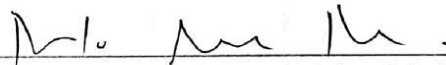
CDU: 628.47

Catálogo: Kelly Cristiane Santos Moraes - CRB-6/3217

**LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA NO INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS CAMPUS OURO PRETO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Tecnólogo em Gestão de Qualidade do
Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro
Preto para obtenção do Grau de Tecnólogo em
Gestão de Qualidade.

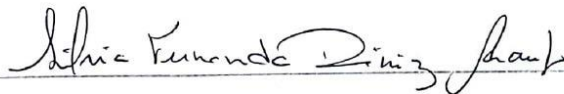
Aprovado em: 31/01/2024 pela banca examinadora:



Prof. Dr. Renato Andrade Rezende (orientador) - IFMG campus Ouro Preto



Prof. Msc. Nélio Aloísio de Moura - IFMG campus Ouro Preto



Prof. Esp. Sílvia Fernanda Diniz Araújo - IFMG campus Ouro Preto

Dedico este trabalho à minha amada esposa Cíntia e ao meu filho, João Miguel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores e colegas por me ajudarem a desenvolver este trabalho, a todos meus familiares, em especial minha esposa, fonte de amor e apoio inesgotáveis.

Agradeço ao meu orientador, ao colega Thiago Queiroz e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"O mundo que temos hoje nas mãos não nos foi
dado por nossos pais; na verdade, ele nos foi
emprestado por nossos filhos."
(Provérbio africano, UNICEF: 1993)

RESUMO

Conciliar desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade é uma das urgências do século XXI e, neste contexto, a indagação de como lidar com eletrônicos inservíveis de maneira correta e sustentável, atendendo a todas as normas da legislação, ganha relevância, especialmente ao considerar-se a posição do Brasil na produção mundial do lixo eletrônico. Devido a limitações orçamentárias e legais, tal problema torna-se ainda mais evidente nos institutos federais, o que levou a discussão sobre o processo de descarte de tais refugos no Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto e também à possíveis alternativas ao mesmo. Através de entrevistas estruturadas, análises de legislações e cuidadosa revisão bibliográfica, foi possível visualizar opções singulares, que se apresentam como uma possibilidade a processos obsoletos ainda em vigor.

Palavras-chave: Logística reversa. Equipamentos eletrônicos inservíveis. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Reconciling technological development and sustainability is one of the urgencies of the 21st century and, in this context, the question of how to deal with unserviceable electronics in a correct and sustainable way, while complying with all the rules of legislation, is gaining relevance, especially considering Brazil's position in the global production of electronic waste. Due to budgetary and legal constraints, this problem is even more evident in federal institutes, which led to a discussion about the process of disposing of such waste at the IFMG Ouro Preto Campus and possible alternatives to it. Through structured interviews, analysis of legislation and a careful literature review, it was possible to visualize unique options that present themselves as a possibility to the obsolete processes still in place.

Keywords: Reverse logistics. Unserviceable electronic equipment. Sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LR - Logística reversa

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

TA - Tecnologia da Automação

TI - Tecnologia da Informação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Fluxo da LR	14
Figura 2- Fluxo de LR de pós-consumo	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO GERAL	3
2.1 Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 A produção do lixo eletrônico e seus efeitos na saúde e no trabalho	5
3.2 Legislações Federal, Estadual e do Município de Ouro Preto acerca do correto descarte do lixo eletrônico	9
3.2.1 <i>Legislação Federal</i>	9
3.2.2 <i>Legislação Estadual</i>	11
3.2.3 <i>Legislação Municipal</i>	12
3.3 Conceito e implicações da logística reversa	12
3.3.1 <i>Logística reversa de pós-venda</i>	14
3.3.2 <i>Logística reversa de pós-consumo</i>	14
3.4 Aplicabilidade da logística reversa (LR)	15
4. METODOLOGIA	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
5.1 Soluções para o descarte correto e/ou reutilização dos equipamentos de informática do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto	20
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	24
APÊNDICE A — roteiro da entrevista feita no Instituto Federal de Minas Gerais campus Ouro Preto	30
ANEXO I - Laudo de destruição	32

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e a necessidade de equipamentos eletrônicos cada dia mais modernos, ano após ano, milhares de aparelhos eletrônicos vêm se tornando obsoletos e, conseqüentemente, acabam sendo descartados como resíduos nos mais diversos locais próprios ou até mesmo impróprios.

Nos três primeiros meses de 2022, foram vendidos cerca de 1,98 milhão de computadores, crescimento de 6% em relação ao mesmo período de 2021. Segundo o IDC Brasil, a alta foi puxada pelo mercado corporativo, que atingiu seu maior nível de participação nos últimos anos, representando quase 49% das vendas totais de computadores e crescendo 36% a mais do que em janeiro, fevereiro e março de 2021. A alta se deve à constante demanda de computadores para fins educacionais, à necessidade das empresas de atualizarem seus ativos de TI e de adequarem suas forças de trabalho às condições híbridas, que ganham cada vez mais espaço nas organizações (IDC BRASIL, 2022).

Anualmente, mais de 53 milhões de toneladas de equipamentos eletroeletrônicos e pilhas são descartadas em todo o mundo, segundo o The Global E-waste Monitor 2020. Apenas o nosso país descartou, em 2019, mais de 2 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos, sendo que menos de 3% foram reciclados, de acordo com o relatório desenvolvido pela Universidade das Nações Unidas (TOKARNIA, 2021).

No Brasil, a destinação correta do lixo eletrônico está prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei 12.305/2010), regulamentada pelo Decreto Federal 10.240/2020. Este dispositivo define metas para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes sobre a quantidade de pontos de Entrega Voluntária (PEV) que devem ser instalados, o número de cidades atendidas e o percentual de aparelhos eletroeletrônicos a serem coletados e destinados corretamente (BRASIL, 2010).

De acordo com a PNRS, as empresas devem, gradualmente, até 2025, instalar PEVs nas 400 maiores cidades do Brasil e coletar e destinar o equivalente em peso a 17% dos produtos colocados no mercado em 2018, ano definido como base. O descarte incorreto de lixo eletrônico é considerado um problema, pois os componentes químicos podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.

Por outro lado, o descarte consciente do lixo eletrônico, elemento fundamental para a sustentabilidade do planeta, vem sendo amplamente discutido, não apenas pelas autoridades

governamentais, mas no âmbito da sociedade civil e nas empresas, destacando-se a importância do entendimento sobre a cadeia produtiva, a partir da concepção do produto, até o seu descarte, como elemento útil para destinar responsabilmente o lixo gerado, separando-o de acordo com a composição material, pois alguns são altamente tóxicos e não-biodegradáveis, podendo ocasionar desastres ambientais, muitas vezes irreparáveis.

Face ao exposto, a situação problemática que deu origem a esse TCC partiu da observação de que o lixo eletrônico se configura como um dos maiores problemas da sociedade contemporânea e também um dos maiores desafios a ser enfrentado nas próximas décadas, em todos os níveis da administração pública ambiental, como nas entidades privadas. Em Ouro Preto, mais especificamente no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Ouro Preto, foi realizado o diagnóstico do fluxo dos equipamentos de informática desde a aquisição até o seu desuso para analisar como funciona o processo final de descarte. De acordo com a coordenação de Tecnologia da Informação, o *Campus* possui 600 computadores, 20 *notebooks* e 25 impressoras.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar o processo de descarte dos equipamentos de informática do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Ouro Preto.

2.1 Objetivos específicos

- Apontar quais são os problemas mais relevantes em relação ao descarte dos equipamentos eletrônicos no campus Ouro Preto;
- Propor soluções que viabilizem o descarte correto e/ou reutilização destes equipamentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A produção do lixo eletrônico e seus efeitos na saúde e no trabalho

O Brasil é o quinto país que mais produz lixo eletrônico no mundo e, ao contrário de outros países, a maior parte dessa produção permanece em solo nacional. Ao avaliar apenas os países emergentes, o Brasil lidera o *ranking*. A partir dessa informação, é necessário estudar os impactos ambientais por ela representados, bem como os laborais, uma vez que todo esse refugo é processado por seres humanos.

Uma das consequências da urbanização não planejada do país é a geração de resíduos sólidos sem destinação adequada. Do total de resíduos coletados em 2011, 57,6% vão para aterros sanitários, onde são devidamente tratados, o restante, 42,4% têm destino incerto, como lixões, causando a degradação do solo e da água dos locais próximos, os quais muitas vezes abrigam, simultaneamente, ocupações irregulares, sujeitando a população residente aos riscos à saúde (IEIS, 2011).

Podem-se categorizar os riscos ambientais em dois tipos, agudos e crônicos, o primeiro (risco agudo) traz dano imediato enquanto o segundo tipo de risco (crônico) é desenvolvido a médio ou a longo prazo. São considerados de difícil diagnóstico, uma vez que outros fatores influenciam na saúde e qualidade de vida. Entre os principais riscos à vida humana, de acordo com Ieis (2011) estão cânceres, mortes prematuras, deformações genéticas e inúmeras outras enfermidades.

Quando descartados em lixeira comum e expostos às intempéries, as toxinas presentes nos eletrônicos são liberadas com maior facilidade, contaminando o solo, os lençóis freáticos e podendo chegar ao ser humano através da água e dos alimentos. Batista e Souza (2019), apresentam alguns elementos tóxicos presentes em eletrônicos, suas fontes de origem e os problemas que podem causar à saúde, conforme Tabela 1:

Tabela 1 — Elementos tóxicos e potenciais problemas

Substância	Origem	Problema na saúde
Arsênio	Circuito integrado	Doenças de pele, afeta sistema nervoso e câncer do pulmão
Cádmio	Bateria; semicondutor; chip; estabilizador	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Chumbo	Circuito integrado; soldas; bateria	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade
Cloreto de amônia	Baterias de celulares e laptops	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Manganês	Gabinete; encaixes	Anemia, dores abdominais, vômito, seborreia, impotência, tremor nas mãos e perturbações emocionais
Mercúrio	Bateria; ligamentos; termostatos; sensores	Problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Zinco	Baterias de celulares e laptops	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Berílio	Computador e Celular	Câncer no pulmão
Retardantes de chamas	Componentes eletrônicos	Desordens hormonais, nervosas e reprodutivas
Níquel	Gabinete e Monitores	Irritação nos pulmões, bronquite crônica, reações alérgicas, ataques asmáticos e problema no fígado e no sangue
Cobre	Fios e cabos; Monitores	Causa intoxicações, afeta o fígado
Bário	Válvulas eletrônicas	Eleva a pressão arterial e age no sistema nervoso central; causa problemas cardíacos
Alumínio	Condutores; Monitores CRT; Placas de circuito Impresso	Perturbações intermitentes da fala (gagueira), disfunções neurológicas que impedem movimentos coordenados, espasmos mioclônicos, convulsões, alterações de

		personalidade, demência global
Cromo	Gabinete	Acumula-se nos pulmões, pele, músculo e tecido adiposo; pode causar anemia, afeta o fígado e os rins; favorece a ocorrência de câncer pulmonar
Prata	Placas de circuito impresso; condutores elétricos	Tem efeito cumulativo; 10 g de nitrato de prata são letais ao homem
PVC	Fios para isolamento elétrico	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios
Antimônio	Monitores CRT; Placas de circuito impresso	Febre alta, irritação na mucosa gástrica, vômitos violentos, cólica abdominal, diarreia, inchaço dos membros, hálito pestilento e erupções cutâneas.
Bismuto	Monitores CRT; Placas de circuito impresso	Distúrbios gastrintestinais, gengivostomatite ulcerativa, fraqueza geral, perda do apetite, dermatites e danos renais.
Selênio	Placas de circuito impresso	Intoxicação aguda: anorexia, dispnéia intensa, corrimento nasal espumoso, cianose, tremor, hipertermia, cegueira, taquicardia, arritmias cardíacas, ataxia e exaustão, edema pulmonar, cardíaco e hidrotórax (líquido no pulmão) pálido
Vanádio	Monitores CRT	Dor de cabeça, palpitações, sudorese e fraqueza generalizada, danos renais, bronquite e broncopneumonia
Lítio	Baterias de celulares e laptops	Náuseas, vômitos, fadiga, letargia, tremor fino. Confusão, agitação, disartria, ataxia, hipertonia, hiperreflexia, nistagmo, fraqueza muscular

Fonte: Adaptado de: BATISTA E SOUZA 2019, p. 33.

Além da contaminação do solo e da água, o descarte incorreto de eletrônicos agrava o efeito estufa e as mudanças climáticas, ameaçando a vida e o habitat de inúmeras espécies no planeta. Algumas substâncias químicas persistem no solo e são acumuladas nos animais,

podendo depois ser ingeridas pelos humanos através do consumo de carne, leite, peixes, mariscos e ovos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022).

Quanto aos riscos laborais, é necessário ponderar que o setor de gestão de resíduos eletrônicos emprega atualmente 64 milhões de pessoas, formal ou informalmente, e acredita-se que até 2030 esse número crescerá 70%, representando 45 milhões de novos empregos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). Seria uma solução para um dos problemas mais críticos da humanidade, se fossem respeitados os direitos trabalhistas e oferecidas condições seguras de trabalho para seus colaboradores. Mas a realidade está - e muito - distante deste cenário onírico.

Dados da World Health Organization (2022) contabilizam 18 milhões de crianças, com idades de 5 a 17 anos, trabalhando no processamento de resíduos eletrônicos, e um número ainda maior (e crescente) que estão sujeitos à exposição ambiental, seja por técnicas de reciclagem primitiva (queima de fios e placas de circuito, aquecimento e lixiviação ácida com cianeto, ácido nítrico ou mercúrio para extrair ouro e paládio de *chips* e placas de circuito, entre outras), seja por viverem em casas e comunidades onde funcionam oficinas de reciclagem de eletrônicos.

Ainda segundo a World Health Organization (2022), existe uma escassez de estudos a longo prazo sobre os impactos da exposição contínua ao lixo eletrônico, mesmo por se tratar de um fenômeno mais recente. Apesar disso, a literatura a respeito dos danos à saúde durante a exposição é vasta e inclui:

- redução da função da tiróide;
- alterações no temperamento e comportamento infantis;
- redução da função pulmonar;
- lesões no DNA;
- disfunção no sistema imunológico;
- disfunções no desenvolvimento neurológico;
- dificuldades de aprendizagem;
- má-formação fetal;
- ocorrência de aberrações genéticas, entre outros.

3.2 Legislações Federal, Estadual e do Município de Ouro Preto acerca do correto descarte do lixo eletrônico

Por se tratar de um assunto relativamente recente, as leis e a jurisprudência acerca do descarte correto de lixo eletrônico ainda são escassas. De acordo com a World Health Organization (2022), apesar de 71% da população mundial viver em países que possuem algum tipo de legislação sobre o lixo eletrônico, na maioria das vezes ela é inconsistente, incompleta e mal implementada.

Além de ações legais em todas as esferas da nação, existe também a necessidade de se rever o design de produtos, de modo a torná-los mais duráveis, revertendo a obsolescência programada, utilizando matéria prima reciclada ao invés de virgem; de conscientizar a população acerca dos riscos do descarte inadequado; de combate ao tráfico ilegal de eletrônicos em fim de vida útil que são vendidos como equipamentos de "segunda linha" a países em desenvolvimento, indo parar em lixões após o descarte; de incentivar a pesquisa científica em torno de componentes eletrônicos menos perigosos e mais duráveis que os atuais.

3.2.1 Legislação Federal

A partir do aumento de equipamentos eletrônicos descartados inadequadamente, houve a necessidade de regulação no âmbito do direito federal, alterando a antiga lei N.º 9.605, de 1998 e dando origem à chamada "Lei do Lixo Eletrônico", a lei N.º 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Por este instrumento legal, a responsabilidade pelo descarte correto é compartilhada entre fabricante, importador, consumidor e gestor municipal, envolvendo, então, toda a sociedade na tentativa de abrandar um problema crescente. Entre as diversas proibições previstas neste instrumento, estão:

- Fazer lançamentos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- Fazer lançamento in natura (sem ser processado) a céu aberto, permitindo apenas os resíduos de mineração;
- Queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- Criação de animais domésticos em áreas de descarte;
- Fixação de habitações temporárias ou permanentes em áreas de

descarte;

- Importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação (BRASIL, 2010, com adaptações).

Já a lei N.º 9.605/1998 continua a estabelecer as sanções às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a saber:

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

§ 1º Se o crime é culposo:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa. [...]

§ 2º Se o crime:

I - tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana;

II - causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população.

III - causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade;

IV - dificultar ou impedir o uso público das praias;

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena - reclusão, de um a cinco anos.

§ 3º Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível. [...]

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem: (Redação dada pela Lei 12.305, de

2010)

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança; (Incluído pela Lei 12.305, de 2010)

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. (Incluído pela Lei 12.305, de 2010) [...]

multas diárias ou simples, até o valor máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) (BRASIL, 1998, com adaptações).

Ainda no âmbito federal, o Brasil conta com o Decreto Federal N.º 10.240, de 2020, que implementa o sistema de logística reversa obrigatória de eletrônicos e seus componentes, um importante dispositivo legal para geração de empregos e sustentabilidade ambiental.

3.2.2 Legislação Estadual

Em Minas Gerais, ainda não há uma lei estadual que regulamente o descarte correto de produtos tecnológicos. O projeto de lei N.º 1847 de 2015, de autoria do deputado Elismar Prado, aguarda, desde 2019, parecer em comissão. Caso aprovada, uma importante inovação proposta pela mesma é a obrigatoriedade de endereço e telefone do(s) responsável(eis) pelo descarte do material em desuso com destaque no rótulo do produto, além de informações sobre postos de coleta do lixo tecnológico (MINAS GERAIS, 2015).

Uma ação interessante proposta pela Assembleia Legislativa é o Projeto de Lei N.º 1281 de 2019, que estabelece um programa educativo para o descarte do lixo eletrônico e tecnológico nas escolas estaduais (MINAS GERAIS, 2019). Tal projeto, se aprovado, vai reduzir de forma significativa o descarte incorreto do lixo eletrônico no Estado, uma vez que alguns dos maiores consumidores desse tipo de insumo encontram-se matriculados nas escolas, além de mobilizar famílias e comunidade na conscientização da importância do descarte correto.

Neste ponto, a conscientização da população é tão importante quanto a presença de legislação adequada. Alguns estados, por conta em grande parte da pressão popular em torno do tema, aprovaram legislações específicas referentes ao manejo do lixo eletrônico, antes mesmo da aprovação da Lei Federal N.º 12.305/2010, supracitada. É o caso de São Paulo, que

em 2009 aprovou a Lei N.º 13.576 e também do estado do Paraná, que em 2008 aprovou uma lei inédita, de número 15.851, que obriga indústrias, revendedores e comerciantes de materiais tecnológicos a manter um programa de reciclagem que não agrida o meio ambiente (IEIS, 2011). Mesmo assim, apenas sete dos 26 estados brasileiros possuem legislação específica sobre o tema (os acima citados, e Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Rio Grande do Sul e Espírito Santo) (CARVALHO, 2018).

3.2.3 Legislação Municipal

No município de Ouro Preto não existe uma legislação específica sobre o tema em questão, e a última campanha de descarte de resíduos tecnológicos, realizada em 2022, esperava coletar cinco toneladas desse material, o que demonstra a urgente necessidade de se criar um dispositivo legal nesse sentido. O único dispositivo legal sobre o tema discorre especificamente sobre pilhas e baterias, promulgado em 2006 (OURO PRETO, 2006).

Atendendo ao disposto na lei N.º 12.305/2010, a cidade possui um programa de coleta seletiva (Prefeitura Municipal De Ouro Preto), embora o mesmo seja considerado ineficiente, de maneira geral, pelos gestores participantes da oficina do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Piranga, em 2020 (PEDROSA; QUEIROZ, 2020).

Entretanto, entidades públicas como a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), a Câmara Municipal de Ouro Preto (CMOP), o Museu da Inconfidência e Organizações Não-Governamentais (ONG's) como o Núcleo de Apoio a Toxicômanos e Alcoólatras (NATA) e a Associação de Beneficiamento e Reciclagem Ambiental e Preservação Ambiental da cidade de Ouro Preto, realizam campanhas e disponibilizam postos de coleta de resíduos eletrônicos (MUSEU DA INCONFIDÊNCIA, 2013).

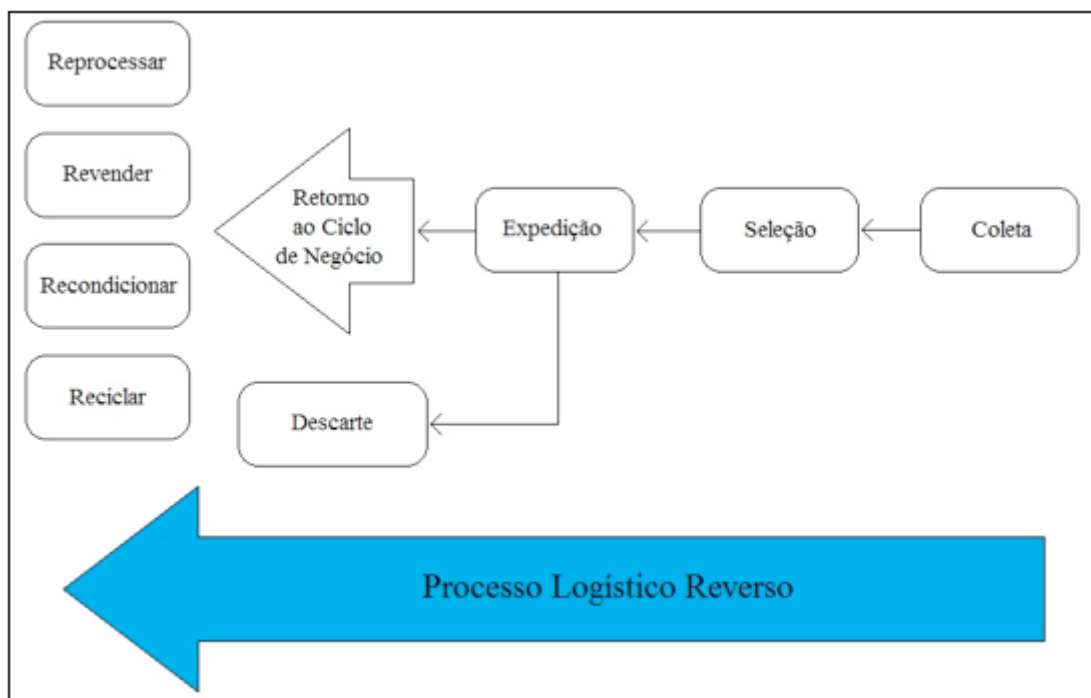
3.3 Conceito e implicações da logística reversa

De acordo com Lacerda (2002), Araújo *et al.* (2013), Batista e Souza (2019), Shibao, Moori e Santos (2010), Carvalho, Barata e Alves (2016), Santos, Oliveira e Loureiro (2012), Lavez, Souza e Leite (2011), logística reversa é o processo de retorno do produto ao local de origem, depois de esgotadas suas opções de uso. O conceito e sua aplicação não são novos, a

indústria cervejeira o utiliza há décadas para o retorno das garrafas vazias, o comércio de gás, ao vender um novo botijão recolhe o vazio - apenas para citar dois exemplos.

Arelado ao conceito de LR está o de "ciclo de vida" ou vida útil, onde a vida de um produto não termina quando chega ao cliente, uma vez que ele pode estar avariado, não funcionar ou se torna obsoleto antes de se esgotarem nos pontos de venda (LACERDA, 2002). Assim, é necessário que retornem ao ponto de origem (fabricante) para que possam ser descartados, reparados ou reaproveitados. Financeiramente falando, a LR encarece os custos do produto, uma vez que além dos custos de produção (matéria-prima, mão de obra, armazenagem, entre outros), há que se arcar também com os custos do gerenciamento do fluxo reverso. A Figura 1 ilustra o processo logístico reverso.

Figura 1 — Fluxo da LR



Fonte: ROSA e MAAHS, 2016.

No entanto, ela também traz mais confiabilidade à marca e ao produto, agregando um valor que não pode ser percebido de outra forma (ROSA; MAAHS, 2016; LACERDA, 2002). Para melhor entendê-la, podemos dividir a LR em dois tipos, de pós-venda e de pós-consumo.

3.3.1 Logística reversa de pós-venda

O retorno de bens no pós-venda se dá, de acordo com Rosa e Maahs (2016), por problemas como garantia ou qualidade (*recall*, devoluções); prazo de validade expirando e sazonalidade de produtos; produtos que se tornam obsoletos ainda em prateleira, necessitando troca por outros mais atuais; necessidade de liberação do espaço físico da revendedora; avarias no transporte; erros no pedido e falhas operacionais no produto.

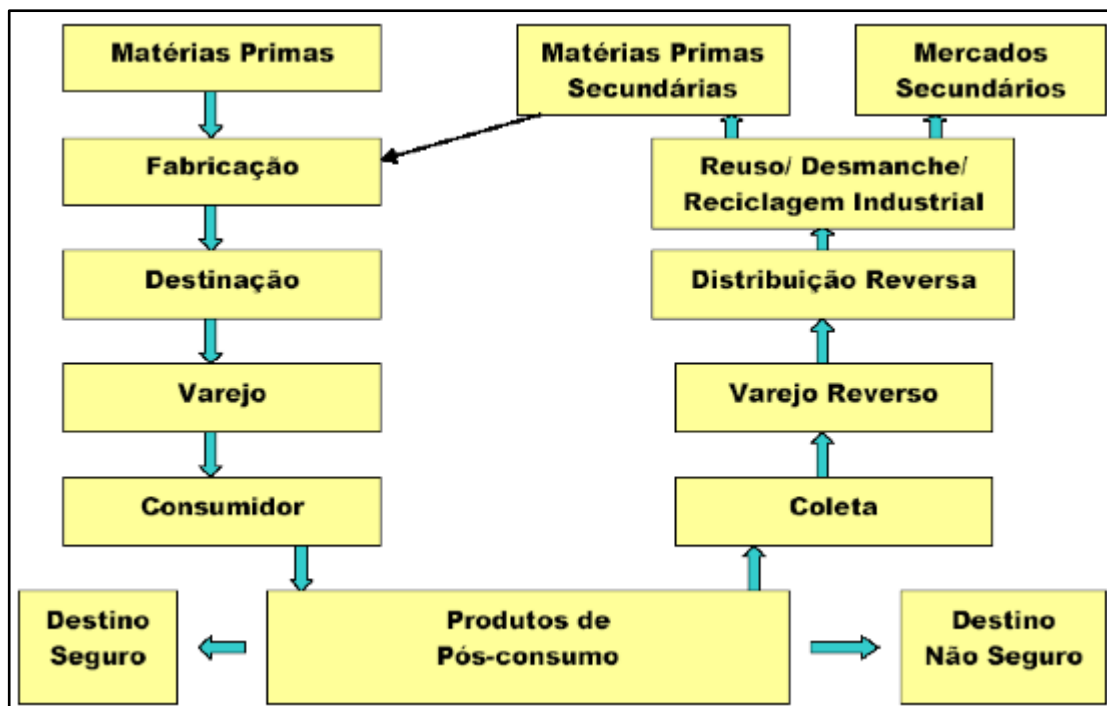
3.3.2 Logística reversa de pós-consumo

Responsável pelo gerenciamento e controle dos fluxos, tanto físico quanto informacionais, dos bens descartados após o término de sua vida útil, as indústrias possuem legislações específicas para lidar com seu refugo, mas na esfera doméstica a mesma ainda está no início, principalmente depois de promulgado o Decreto 10.240/2020.

Alguns dos motivos do retorno de bens pós-consumo são, de acordo com Rosa e Maahs (2016), reciclagem e reaproveitamento de materiais de um produto e/ou do produto; incentivo à troca mediante valorização do produto usado e promoção da imagem da empresa como "ecologicamente correta".

O fluxo da LR de pós-consumo pode ser assim demonstrado, conforme Figura 2:

Figura 2- Fluxo de LR de pós-consumo



Fonte: ROSA e MAAHS, 2016.

3.4 Aplicabilidade da logística reversa (LR)

A LR é um processo composto por etapas como coleta, separação, embalagem e expedição, usualmente terceirizadas, o que abre um grande leque de oportunidades de negócios, gerando emprego e diminuindo as desigualdades. Como ela se inicia no consumo do produto, as empresas precisam estar preparadas para o que Staff (2005, *apud* MATTOS, MATTOS e PERALES (2008), chama dos 4 "R's" da LR: Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem.

Recuperação: permite à empresa manter e controlar a saída e a confiabilidade do produto de forma a estar sempre melhorando seu produto no mercado. Reconciliação: é a análise dos produtos defeituosos que retornam para empresa; eles são avaliados e, caso não haja problema, os mesmos são re-estocados para serem enviados ao mercado. Reparo: é o tempo de espera do cliente para que o produto seja reparado ou trocado. Reciclagem: é o retorno ao ciclo dos produtos que seriam descartados pelo consumidor e pela indústria de forma que reduzam os custos do processo e abram novas possibilidades. (MATTOS; MATTOS; PERALES, 2008).

Dessa forma, ao entender a LR como o retorno dos bens à cadeia de produção, a mesma ajuda a minimizar os impactos ambientais por ela mesma provocados no início da cadeia (SANTOS; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2012).

Direta e indiretamente, a LR pode ser vista como uma forma de obtenção de lucros:

por meio do reaproveitamento de componentes, materiais constituintes ou de ganho de imagem, de diferentes formas. Em razão da maior atenção dada à preocupação com o meio ambiente, as empresas estão adquirindo uma nova visão de marketing social, ambiental e, principalmente, de responsabilidade empresarial [...] Além da questão da imagem corporativa, a própria questão ambiental pode ser considerada um “driver” ou seja um direcionador estratégico da logística reversa. Levar preocupações ambientais em conta na logística reversa pode acarretar na diminuição de custos e provocar melhorias ambientais, pois sistemas de logística reversa recuperam recursos que, de outra maneira, não seriam utilizados (DOWLATSHAHI, 2000, *apud* LAVEZ, SOUZA e LEITE (2011), com adaptações).

Hernández, Marins e Castro (2012), enumeram cinco direcionadores estratégicos da LR, os quais estabelecem cinco programas de LR passíveis de serem adotados pelas empresas brasileiras: econômicos, de imagem, cidadania, de serviço ao cliente e legais.

Além dos benefícios financeiros, a implementação de programas de LR pelas empresas traz vantagens sociais e ambientais, como ressaltam Rosa e Maahs (2016):

Sociais:

- Criação de um sistema de responsabilidade compartilhada entre os diversos atores do processo (empresa, governo e sociedade);
- Surgimento de novos nichos de mercado;
- Desenvolvimento de novas tecnologias limpas.

Ambientais:

- Evita a contaminação e poluição do meio ambiente;
- Redução do problema de descarte de resíduos sólidos em áreas inadequadas;
- Aumento da conscientização dos clientes, criando uma mentalidade "ecofriendly" ou ecologicamente correta.

Ao propor uma colaboração ativa entre organização e clientes, consegue-se a fidelização destes últimos, contribuindo, assim, para o exercício da cidadania ao promover uma maior conscientização ambiental. Nesse ínterim, o desenvolvimento de trabalhos de marketing e divulgação de responsabilidade ambiental atraem clientes com maior consciência ambiental, o que proporciona um diferencial competitivo, inclusive, melhorando a imagem corporativa para obter financiamentos subsidiados por operar com práticas ecologicamente corretas (ROSA e MAAHS, 2016).

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico sobre logística reversa, lixo eletrônico e a logística reversa de lixos eletrônicos. Foi feito também um levantamento de informações e dados junto ao setor de Tecnologia da Informação e Gestão Patrimonial do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto, para entender o fluxo de movimentação dos equipamentos eletrônicos, da aquisição ao descarte final. A seguir, com base na fundamentação teórica, passou-se à etapa de elaboração e estruturação do roteiro de entrevista. O instrumento de coleta de dados utilizado foi a entrevista estruturada, por se tratar de uma fonte de informação de dados primários e também por permitir uma maior interação entre o pesquisador e o entrevistado. O roteiro de entrevista (APÊNDICE 1) contém 18 perguntas abertas, que tratam sobre questões referentes ao fluxo de utilização, manutenção, aquisição dos equipamentos, seu descarte, logística reversa e ao lixo eletrônico da organização. Os entrevistados foram selecionados por serem responsáveis ou participarem do processo de aquisição, destinação dos eletroeletrônicos de informática descartados pela instituição. As entrevistas foram realizadas em horário de expediente da instituição e via e-mail. Os questionários foram analisados e os resultados devidamente organizados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será apresentado o resultado e análise das informações levantadas através da pesquisa realizada com os envolvidos no processo dentro do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto.

Foram entrevistados Viviane Silva, chefe de TI, e Luciano Albino Ferreira, chefe do setor de Gestão Patrimonial do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto.

A instituição possui 600 *desktops*, 25 impressoras alugadas e 20 *notebooks* que são atualizados ou adquiridos por demanda e disponibilidade orçamentária. A manutenção preventiva e corretiva dos aparelhos é realizada dentro da própria instituição.

O setor de Gestão Patrimonial de ativos recebe os equipamentos de informática em desuso do Campus para a destinação final e encaminha para a Associação de Catadores de Material Reciclável de Mariana – CAMAR, criada no ano de 2005 e declarada de Utilidade Pública Municipal pelo Projeto de Lei nº 36/2012 (MARIANA, 2012).

A CAMAR atua desde 2008 na coleta seletiva parcial, triagem manual e venda dos resíduos na cidade de Mariana (MG). A coleta realizada pela associação é considerada como parcial, pois os geradores são responsáveis por efetuar a separação na fonte, dos resíduos úmidos dos secos. O galpão CAMAR está localizado na Rua Pollux, nº 30, no Bairro Cruzeiro do Sul.

Ainda, alguns itens são retidos para posterior inclusão em um acervo com equipamentos de diferentes épocas para exposição em uma sala da gestão de ativos.

De acordo com o Decreto Federal nº 10.340, de 06 de maio de 2020, em seu artigo 14, estabelece:

os equipamentos, as peças e os componentes de tecnologia da informação e comunicação classificados como ociosos, recuperáveis ou antieconômicos poderão ser doados:

I - a organizações da sociedade civil de interesse público e a organizações da sociedade civil que participem do programa de inclusão digital do Governo federal; ou

II - a organizações da sociedade civil que comprovarem dedicação à promoção gratuita da educação e da inclusão digital. (BRASIL, 2020)

O Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto não faz o acompanhamento do material pós-doação e não tem informação se a instituição dará uma destinação correta e de acordo com a PNRS, o que levanta a questão: tais equipamentos estão sendo descartados de acordo com as normas vigentes ou apenas empilhados no galpão da CAMAR, ocupando espaço físico, enquanto poderiam ser utilizados de outra forma? Por enquanto, não foi possível respondê-la, evidenciando a necessidade de futuras investigações e estudos adicionais na área.

5.1 Soluções para o descarte correto e/ou reutilização dos equipamentos de informática do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto

Em todo o mundo, estão sendo criadas soluções inovadoras para o problema do descarte incorreto de eletrônicos inservíveis. A visão empreendedora sobre o assunto ajuda a romper paradigmas no que toca à gestão de resíduos, praticando a chamada "economia circular", que visa manter os materiais em circulação até que se esgotem, melhorando a saúde de todo o ecossistema envolvido e ressignificando os resíduos como recursos, e não como algo indesejado (MCGUIRE, 2023).

O padrão de economia linear imposto pelo sistema capitalista não é mais sustentável, por isso, empresas e entidades governamentais procuram substituí-lo de maneira a não afetar o desempenho econômico das empresas, mas a salvaguardar o futuro do planeta. A diferença entre reciclagem e economia circular, é que na primeira é necessário mesclar matéria-prima virgem à reciclada para manter a qualidade, na segunda, não há o envolvimento de novos insumos, reduzindo poluição, desperdício e custos (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2019).

Nesse sentido, a empresa Hewlett-Packard (HP), através da Flextronics International Tecnologia LTDA, faz uma gestão integrada de resíduos sólidos e logística reversa eficiente, em conformidade com a PNRS, emitindo, inclusive, um laudo de destruição dos produtos recebidos (ANEXO I). Ainda, um grupo de professores desenvolveu um projeto de ensino inovador na área das ciências exatas e robótica, para alunos da rede pública, através do qual foram produzidas lixeiras e automatizadas hortas familiares, usando como matéria-prima apenas o lixo eletrônico doado pela população local (Germano *et al.*, 2022). Pensando na reutilização como uma forma de renda extra para a população, pesquisadores do Centro

Educacional de Patos (UNIFIP), na Paraíba, estão desenvolvendo uma plataforma gamificada que pretende unir quem deseja doar ou vender eletrônicos em desuso com quem quer comprá-los, na forma de um aplicativo para celular rentável e divertido (Medeiros *et al.*, 2023).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos pode-se perceber que a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) obteve um avanço significativo e essencial para aumentar o controle da fabricação e destinação dos resíduos gerados pela sociedade, porém, vale lembrar que ainda falta atribuir de forma mais rígida a responsabilidade de cada envolvido na produção e/ou geração de resíduos eletroeletrônicos, tanto produtores quanto consumidores finais e instituições públicas. Gradativamente, grandes fabricantes e desenvolvedores de tecnologia implantaram programas de logística reversa para o público em geral que poderiam ser acessados por instituições públicas de forma gratuita para o descarte correto deste material.

Em todo o planeta, empreendedores, *startups*, universidades e órgãos governamentais estão trabalhando no desenvolvimento de produtos e mecanismos que representem menor impacto ambiental e maior envolvimento social, com geração de emprego e renda, além de possibilitar novas oportunidades à população tradicionalmente marginalizada. Do mesmo modo, a execução desses projetos exige precisão e determinação das atitudes dos detentores do poder, como o Estado e as multinacionais.

No tocante ao Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto, o processo de LR e descarte de eletrônicos inservíveis pode ser melhorado com ações simples, como contato entre o setor de TI e os fabricantes de equipamentos ora utilizados para saber se os últimos oferecem, a exemplo da HP, programas de LR; ou através de ações mais complexas, como a criação de um setor específico para tal finalidade, o qual separaria o material, selecionaria empresas que dariam a tais refugos uma destinação correta e exigiria delas um laudo do destino final dos mesmos, contribuindo para a preservação do meio ambiente, aumentando o valor agregado a eles e ajudando no desenvolvimento da comunidade local, ao fomentar a criação de empresas que atuem na área, em conformidade com a legislação vigente. Além disso, uma forma de solucionar parte da problemática exposta seria adicionando uma cláusula aos editais de futuras licitações para aquisição de novos insumos, a qual obrigaria o fornecedor a oferecer a LR ao fim da vida útil do bem adquirido. Outra possibilidade seria oferecer um estágio para os alunos do curso de Meio Ambiente para trabalhar com este material, a exemplo do que já acontece em outras instituições (Germano *et al.*, 2022), promovendo a integração entre diversos departamentos e setores do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto. Ainda, todos os colaboradores devem ser orientados quanto ao descarte correto de equipamentos de

informática, através da elaboração de processos que visem à tal finalidade, o que exigirá da instituição investimento em capacitação e treinamento dos funcionários do setor de Gestão Patrimonial.

O Decreto Federal Nº 9.373, de 11 de maio de 2018, que obrigava a doação de equipamentos eletrônicos inservíveis a entidades sem fins lucrativos, sofreu alteração pelo Decreto Federal nº 10.340, de 06 de maio de 2020, permitindo a doação a organizações participantes do programa de inclusão digital do Governo Federal ou às que se dediquem à promoção gratuita da educação e inclusão digital (BRASIL, 2020), facilitando a seleção de empresas que lidem melhor com tais descartes. Dessa forma, cabe aos detentores desses refugos, como o Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto, atuar de forma proativa, procurando empresas que darão a estes resíduos uma melhor destinação que o simples empilhamento num galpão, sem o *know how* necessário para lidar com tais resíduos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C.de *et al.* Logística reversa no comércio eletrônico: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 303-320, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/GKFCX5GnJBmvwTxkvmRqCsS/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

BATISTA, W. da S.; SOUZA, M. P. de. TI verde: processo de gestão de descarte de equipamentos de informática na Universidade Federal de Rondônia. **REUNIR:Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 30-38, 2019. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=foh&AN=139662876&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 17 ago.2023.

BRASIL. Decreto nº 10240, de 11 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 12 de fevereiro de 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm#:~:text=DECRETA%3A,33%20e%20o%20art..Acesso em: 27 ago. 2023.

BRASIL. Decreto nº10.340, de 06 de maio de 2020. Altera o Decreto nº9.373, de 11 de maio de 2018, que dispõe sobre a alienação, a cessão, a transferência, a destinação e a disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis no âmbito da administração pública federal, direta, autárquica e fundacional. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 06 de maio de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10340.htm#art1. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 9605, de 11 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 12 de fevereiro de

1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em: 27 ago. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 01 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. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 03 de agosto de 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 27 ago. 2023.

CARVALHO, D. F.; BARATA, A. J. S. S.; ALVES, R. R. Logística reversa de lixo eletrônico nas organizações públicas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 862-872, mai/ago 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546204026>. Acesso em: 27 ago. 2023.

CARVALHO, E. **Mato Grosso tem lei de Programa de Coleta Contínua de Resíduos Eletrônicos**: Dos 26 estados brasileiros, apenas sete têm leis especificamente sobre os resíduos eletrônicos. Assembleia Legislativa do Estado do Mato Grosso. Cuiabá, 2018. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/midia/texto/mato-grosso-tem-lei-de-programa-de-coleta-continua-de-residuos-eletronicos/visualizar>. Acesso em: 27 ago. 2023.

GERMANO, G. B. *et al.* Ensino de robótica para estudantes de escolas públicas com a reutilização do lixo eletrônico. **Extensão em foco**, v. Palotina, n. 27, p. 156-171, ago/dez 2022. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://revistas.ufpr.br/extensao/article/download/81414/46764&hl=pt-BR&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=567052718861043367&ei=XUfpZIH4PP-By9YP2qe18A4&scisig=AFWwaebwr5gh-liy3nQzewGr_H9L. Acesso em: 27 ago. 2023.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Economia Circular**. GBC Brasil. Barueri, 2019. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/economia-circular/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

HERNÁNDEZ, C. T.; MARINS, F. A. S.; CASTRO, R.C. Modelo de Gerenciamento da Logística Reversa. **Gestão e Produção**, São

Carlos, v. 19, n. 3, p. 445-456, 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/gp/a/dZfPQYh85S9zYG9z4h37T6F/?lang=pt>. Acesso em: 27 ago. 2023.

IDC CORPORATE. **Estudo da IDC Brasil aponta crescimento de 6% no mercado de PCs**. IDC. São Paulo, SP, 2022. Disponível em: <https://www.idc.com/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

IEIS, A. C. Riscos Socioambientais dos Resíduos Tecnológicos: uma análise do tema na legislação e suas implicações para a sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 7, n. 13, jul/dez 2011. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4966/496650334008.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2023.

LACERDA, L. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **COPPEAD/UFRJ**, v. 6, 2002. Disponível em:

http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

LAVEZ, N.; SOUZA, V. M. de; LEITE, P. R. O PAPEL DA LOGÍSTICA REVERSA NO REAPROVEITAMENTO DO “LIXO ELETRÔNICO”: UM ESTUDO NO SETOR DE COMPUTADORES. **Revista de Gestão Social e**

Ambiental, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 15-32, jan/abr 2011. Disponível em:

http://www.clrb.com.br/portal/us/arq/09_REVISTA%20GESTO%20SOCIAL%20E%20AMBIENTAL%202011_0.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

MARIANA (Cidade). Prefeitura Municipal de Mariana. Projeto de Lei n. 36, de 19 de abril de 2012. Declara de utilidade pública a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Mariana - CAMAR. **Câmara Municipal de Mariana**, Mariana, 19 de abril de 2012. Disponível em: <http://camarademariana.mg.gov.br/legislacoes/8828/>. Acesso em 18 dez. 2023.

MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, K. M. da C.; PERALES, W. J. S. OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXO ELETRÔNICO E O USO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA MINIMIZAR OS EFEITOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, n. 28. 2008. **Tópico Temático** [...] Rio de Janeiro, 2008.

MCGUIRE, A. O Lixão do Futuro. **Seleções Reader's Digest**, Rio de Janeiro, p. 36-43, abr 2023.

MEDEIROS, A. F. *et al.* Uma Proposta de Plataforma Gamificada para Promover Descarte de Lixo Eletrônico em uma Atividade Rentável, Divertida e Sustentável. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO*, n. 19. 2023. **Anais eletrônicos** [...]. SBC, 2023, p. 102-104. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi_estendido/article/download/24596/24417/&hl=pt-BR&sa=T&oi=gsb-gga&ct=res&cd=0&d=7918050221967736945&ei=LKfrZODOA4iYmwGXpr_QCQ&scisig=AFWwaeZxs6F898cTWMVQKO0Fj2ej. Acesso em: 27 ago. 2023.

MINAS GERAIS (Estado). Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Projeto de Lei n. 1281, de 04 de novembro de 2019. Institui no âmbito do Estado o programa educativo de descarte de lixo eletrônico e tecnológico nas escolas da rede estadual de ensino e dá outras providências. **Diário Oficial**, Belo Horizonte, 05 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto/?tipo=PL&num=1281&ano=2019>. Acesso em: 27 ago. 2023.

MINAS GERAIS (Estado). Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Projeto de Lei n. 1847, de 01 de junho de 2015. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a reciclagem, o gerenciamento e a destinação final de lixo tecnológico e dá outras providências. **Diário Oficial**, Belo Horizonte, 02 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto/?tipo=PL&num=1847&ano=2015>. Acesso em: 27 ago. 2023.

MUSEU DA INCONFIDÊNCIA. **PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL DO MUSEU DA INCONFIDÊNCIA**. Museu da Inconfidência. Ouro Preto, 2013. Disponível em: https://museudainconfidencia.museus.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/Programa_Socio_Ambiental_Cartilha_2013.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

OURO PRETO (Cidade). Prefeitura Municipal de Ouro Preto. Lei n. 293, de 22 de novembro de 2006. Dispõe sobre descarte e disposição final de pilhas, baterias e congêneres usadas e dá outras providências. **Diário Oficial**, Ouro Preto, 23 de novembro de 2006. Disponível em: [https://sgm.ouropreto.mg.gov.br/arquivos/norma_juridica/NJ_txt\(5563\).html](https://sgm.ouropreto.mg.gov.br/arquivos/norma_juridica/NJ_txt(5563).html). Acesso em: 27 ago. 2023.

PEDROSA, M.; QUEIROZ, C. In: PLANO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. 2020. **Atas [...]** Ouro Preto: Fundação Gorceix, 2020. 97 p. Disponível em: <https://cimvalpi.mg.gov.br/phocadownload/pirigs/P5/apendice-3-relatorio-oficina-participativa.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2023.

PORTAL DA CIDADE DE MARIANA. **Conheça a Associação de Catadores de Material Reciclável de Mariana**. Portal da cidade de Mariana, Mariana, MG, 2019. Disponível em: <https://mariana.portaldacidade.com/noticias/cidade/conheca-a-associacao-de-catadores-de-material-reciclavel-de-mariana-5415>. Acesso em: 27 ago. 2023.

ROSA, F. P. da; MAAHS, T. R. Logística Reversa: Uma Alternativa para Redução de Custos e Impactos Ambientais das Organizações. **Espacios**, v. 37, n. 27, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n27/16372714.html>. Acesso em: 27 ago. 2023.

SANTOS, C. A. F. dos; OLIVEIRA, T. S. de; LOUREIRO, M. G. A LOGÍSTICA REVERSA E SUAS IMPLICAÇÕES NA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO DE UMA ORGANIZAÇÃO INTERMEDIÁRIA DA CADEIA REVERSA DO RAMO DE SUCATAS. In: FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR, n. 1. 2012. **Tópico Temático [...]** Santa Maria,

2012. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/6390>. Acesso em: 27 ago. 2023.

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M. R. dos. A LOGÍSTICA REVERSA E A SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL. **SEMEAD**, v. 13, p. 1-17, set 2010. Disponível em: <https://sistema.semead.com.br/13semead/resultado/trabalhosPDF/521.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2023.

TOKARNIA, M. **Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico**: Pesquisa Resíduos Eletrônicos no Brasil foi divulgada hoje. Agência Brasil. Brasília, 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **As crianças e as lixeiras digitais**: a exposição ao lixo eletrônico e a saúde infantil. Resumo destinado aos decisores políticos. Genebra: World Health Organization, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240023901>. Acesso em: 27 ago. 2023.

APÊNDICE A — roteiro da entrevista feita no Instituto Federal de Minas Gerais campus Ouro Preto

- 1) Quantos aparelhos de informática atualmente (computadores, impressoras e notebooks, etc) existem no Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto?
- 2) Como funciona o processo de aquisição dos mesmos?
- 3) A aquisição é feita por demanda ou periodicamente?
- 4) Como é feita a gestão destes ativos?
- 5) Como é feito o cadastro e baixa no patrimônio do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto?.
- 6) E as informações gravadas em seus discos como são tratadas durante a utilização dos equipamentos e após o desuso?
- 7) Os usuários são responsáveis por essas informações ou existe um serviço de backup em algum servidor ou em nuvem?
- 8) Existe algum treinamento para os usuários na questão de manuseio e conservação dos dispositivos?
- 9) Como é feita a manutenção preventiva e corretiva destes aparelhos?
- 10) Qual a vida útil de um equipamento na escola? E como é definido este ciclo?
- 11) Atualmente como é feito o descarte destes equipamentos após seu uso?
- 12) É recolhido por alguma empresa? Qual o nome da empresa?
- 13) O descarte é pago? Ou o material é doado para reciclagem?

14) Tem um acompanhamento para certificar se o material foi tratado da forma prometida?

15) Em relação aos HD 's, como é feito o processo de desuso?

16) As informações são deletadas ou os discos são destruídos?

17) Qual o vínculo da TI com a TA na instituição?

18) Os departamentos acima, trabalham em conjunto neste processo ou são independentes?

ANEXO I - Laudo de destruição

LAUDO DE DESTRUIÇÃO

SINCTRONICS
Green IT Innovation Center



Código do laudo: SINCTB-62778
Emitido em: 17/07/2019



Origem: GERALDO DA SILVA CALDEIRA -ALGORITMO
CNPJ: 02.055.167/0001-85
Endereço: RUA BOM JESUS, 148 - CENTRO - MARIANA - MG

Referências:

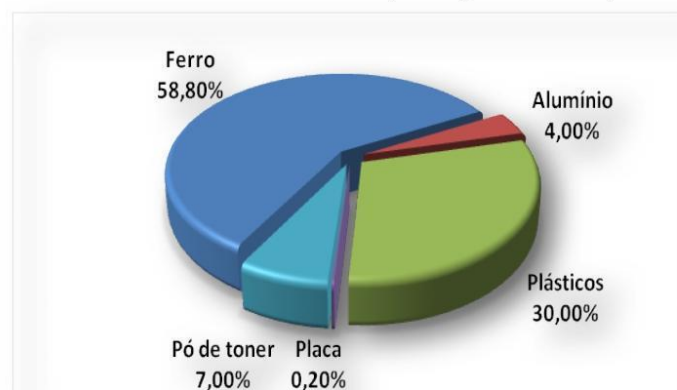
AVCB Nº 272422
Licença de Operação CETESB: 6008762
Alvará da Prefeitura municipal de Sorocaba: 0380/2018
Certificado Zero Waste nº 130343-4160
Certificado ISO 14001:2015: 257900-2018-AE-BRA-OAA
Certificado Responsible Recycling® (R2): 2013: C0292819-R21
Certificado OHSAS 18001:2007 nº C0292819-OH1

Declaramos que os materiais listados abaixo foram recebidos na Flextronics International Tecnologia LTDA, CNPJ: 74.404.229/0010-19, IE: 669.750.360.111, através de um processo de gestão integrada de resíduos sólidos e logística reversa de alta eficiência.

Todos os produtos recebidos serão totalmente desmontados e descaracterizados. Os resíduos gerados no processo de manufatura reversa serão destinados conforme sua classificação, e de maneira ambientalmente adequada, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305). Nenhum material será enviado para aterros sanitários.

Descritivo dos chamados e quantidades:

Key	Data da coleta	Total de toners	Total de cartuchos	Peso (Kg)
TB-62778	04/06/2019	17	11	27

Resultado Analítico (Balanço de massa)

LAUDO DE DESTRUIÇÃO

Descritivo da Operação:

RECICLAGEM DE ALTA EFICIÊNCIA		
Etapas	Fotos	Procedimentos
Recebimento		Na primeira etapa os materiais recebidos são pesados e armazenados.
Triagem		Na triagem, são desembalados, e os produtos são separados por categoria.
Desmontagem		Na linha de "manufatura reversa" os produtos são desmontados e cada parte é separada, agrupada por tipo, cor, propriedades de composição etc.
Processamento		Os plásticos com propriedades específicas são processados, triturado para ser derretido e granulado para voltar a compor novas peças.
Destinação		Outros tipos de materiais diversos são triturados, para serem destinados de forma ambientalmente correta.
Proteção Propriedade Intelectual		Descaracterizamos todos os produtos, a fim de preservar marcas, tecnologias e a segurança das informações.
Certificações ISO 14.001 ISO 9000 OHSAS 18.001 R2- 2016 Empresa amiga		
<ul style="list-style-type: none"> • Imagens ilustrativas. • Os percentuais mencionados no gráfico de Resultado Analítico representam uma amostragem dos produtos recebidos. 		