

**ELECTRONIC WASTE REVERSE CHAIN: A GOVERNANCE-BASED MODEL INTEGRATING
LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)****MODELO DE GOVERNANÇA PARA CADEIA REVERSA DO LIXO ELETRÔNICO: UMA
ABORDAGEM CONTEMPORÂNEA DO LCA E COBIT®****ALESSON HATLAN**

<https://orcid.org/0009-0008-0912-9165/05022130036@unicentro.edu.br>
Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) – Paraná, Brasil.

LUCI LONGO

<https://orcid.org/0000-0001-9648-7236/longo@unicentro.br>
Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) – Paraná, Brasil.



Recebido em: 26/05/2025

Aprovado em: 02/09/2025

Publicado em: 17/09/2025

RESUMO

O avanço tecnológico e a obsolescência dos equipamentos eletrônicos têm elevado significativamente a geração de lixo eletrônico (e-waste) com graves impactos ambientais e sociais. O objetivo do trabalho consiste em propor um modelo de gestão e controle que integre princípios da governança, legislação ambiental em vigor para melhorar o desempenho ambiental das empresas incorporando o conceito de Avaliação do Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment – LCA) para o lixo eletrônico. Adota uma metodologia de pesquisa qualitativa, por meio de revisão bibliográfica e documental. Inicialmente, adotou-se a revisão de modelos existentes na literatura acadêmica sobre o e-waste e levantamentos de como está ocorrendo a divulgação de modelos organizacionais para a cadeia reversa. Com a escolha de duas líderes do setor: Apple® e Samsung®. Posteriormente, foi proposto um instrumento de gestão e protocolos de avaliação do nível de práticas sustentáveis que as organizações podem ser classificadas, tendo como referência o *Control Objectives for Information and related Technology* COBIT® de governança da tecnologia, devido ao alcance e aceitação pelas organizações em todo mundo. Como resultados e contribuição, este trabalho faz um estudo e adaptação para a cadeia reversa do lixo eletrônico, especialmente baterias de *smartphones* e computadores, visando dar mais visibilidade e transparência quanto às políticas de sustentabilidade adotadas. A criação da métrica de sustentabilidade foi denominado Modelo de Inovação e Maturidade do Lixo Eletrônico (MILE). O trabalho também busca a melhoria do conhecimento acadêmico-científico, para estimular novas pesquisas e discussões sobre a necessidade de regulamentações, a adoção de práticas estruturadas de governança e logística reversa com ganhos ambientais e institucionais, ao mesmo tempo em que promove inovação, transparência e cooperação responsável na gestão dos dispositivos eletrônicos após seu ciclo de vida útil. Futuras pesquisas estão previstas para aprofundar e validar o instrumento apresentado.

Palavras-chave: Controladoria; Governança de tecnologia; Lixo eletrônico; Logística reversa; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Technological advancement and the obsolescence of electronic equipment have significantly increased the generation of electronic waste (e-waste), with serious environmental and social impacts. The aim of this study is to propose a management and control model that integrates governance principles and current environmental legislation, in order to improve companies' environmental performance by incorporating the concept of *Life Cycle Assessment* (LCA) into the sustainable management of e-waste. The research adopts a qualitative methodology, based on bibliographic and documentary review. Initially, existing models in the academic literature on e-waste were reviewed, along with an examination of how organizational models for the reverse supply chain have been disseminated. Two industry leaders—Apple® and Samsung®—were selected for analysis. Subsequently, a management tool and evaluation protocols were proposed to classify organizations according to their level of sustainable practices, using the *Control Objectives for Information and Related Technology* (COBIT®) framework for IT governance as a reference, due to its wide applicability and global acceptance. As results and contributions, this study presents an adaptation for the reverse e-waste chain, with particular emphasis on smartphone and computer batteries, aiming to provide greater visibility and transparency regarding the sustainability policies adopted. The sustainability metric developed was named the *Electronic Waste Innovation and Maturity Model* (MILE). The study also seeks to advance academic and scientific knowledge by encouraging further research and debate on the need for regulations, the adoption of structured governance and reverse logistics practices that generate environmental and institutional benefits, while at the same time fostering innovation, transparency, and responsible cooperation in managing electronic devices after the end of their life cycle. Future research is planned to further develop and validate the proposed instrument.

Keywords: Electronic-waste; Management control; Reverse logistics, Sustainability; Technology governance.

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da cadeia de aquisição até o descarte de bens é fundamental quando se trata de produtos que acumulam alto potencial de valor e, ao mesmo tempo, riscos de poluição. No campo da gestão, a literatura tem demonstrado que o simples foco no uso ou na produção é insuficiente, sendo necessário analisar todo o ciclo de vida. Nesse sentido, a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), de acordo com Guinée (2002) e normas ISO 14040/14044 (2006), fornece um guia metodológico basilar para analisar os impactos ambientais desde a extração até o fim da vida útil de bens ou produtos. Leite (2009) referindo-se a logística reversa como elemento estratégico para alinhar competitividade e sustentabilidade. O autor Sakurai (1997) trouxe os fundamentos e a importância de considerar de forma abrangente os gastos de todo o ciclo de vida como fator de decisão e gestão da organização.

O descarte inadequado de resíduos eletrônicos (e-waste) vem se tornando uma das principais ameaças ambientais do século XXI. Segundo o relatório do Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa¹ - *United Nations Institute for Training and Research* (UNITAR), apenas 17,4% das 53,6 milhões de toneladas geradas globalmente foram formalmente recicladas,

¹ UNITAR - *United Nations Institute for Training and Research*, criado em 1963 pela Assembleia Geral da ONU como um órgão autônomo, com a missão de oferecer capacitação, pesquisa aplicada e apoio técnico para fortalecer a atuação de Estados-membros, atua diretamente na promoção da Agenda 2030 da ONU para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

indicando um cenário preocupante diante do crescimento acelerado da produção de dispositivos eletrônicos e da carência de políticas efetivas de destinação final. No contexto latino-americano, aproximadamente 97% do lixo eletrônico não é descartado de forma sustentável, e apenas 3% passam por processos ambientalmente adequados (UNITAR, 2022). No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece diretrizes para a logística reversa de resíduos eletroeletrônicos, mas sua efetividade depende da integração entre agentes públicos, setor produtivo e sociedade civil (Leite, 2009).

Pesquisas mais específicas avançam nessa direção: Haupt, Vadenbo e Hellweg (2017) e Sassanelli et al. (2020) defendem o uso do LCA como métrica essencial para validar estratégias de economia circular, e Agrawal, Singh e Murtaza (2015) mostram que a logística reversa amplia o valor residual de bens tecnológicos. Em paralelo, autores como Tadaros et al. (2022) destacam as incertezas do descarte de baterias de íons de lítio, enquanto Lins et al. (2016) e Calaes (2017) ressaltam o potencial da mineração urbana na recuperação de recursos. Por sua vez, Badola e Chauhan (2022) alertam para os riscos das substâncias tóxicas presentes em componentes eletrônicos.

Assim, a literatura converge ao indicar que compreender a trajetória de um bem até seu descarte é não apenas um imperativo ambiental, mas também um diferencial competitivo e estratégico, capaz de gerar valor, reduzir riscos e fomentar inovação e circularidade para um desempenho duradouro para as organizações.

Mesmo diante da relevância do tema, há poucos modelos práticos de governança aplicados à gestão do lixo eletrônico e contexto nacional. Assim, destaca-se a questão central da pesquisa. *Como os setores estratégicos e a controladoria podem atuar diretamente nos aspectos de sustentabilidade, promovendo um modelo interno e disseminando boas práticas quanto ao lixo eletrônico?*

A ampliação do papel tradicional da controladoria pode incorporar outras variáveis estratégicas para o desempenho sustentável e agregativos das organizações, que podem impactar diretamente no produto e resultados. Neste sentido Brescovici, Garrido e Monticelli (2022) destacam a importância da controladoria como geradora de valor.

Conforme contextualizado, há desafios relacionados ao descarte inadequado dos resíduos eletrônicos e subaproveitamento deste. Algumas ações podem ser implementadas nas organizações, tais como a adoção de tecnologias com baixo impacto ambiental, promovendo a redução de resíduos potencialmente contaminantes. Para Akman e Mishra (2015), a adoção de rotas sustentáveis para a tecnologia de informação (TI) exige um ambiente organizacional preparado e consciente, sendo ela impulsionada por políticas corporativas, governança de TI, conjuntamente com mais conscientização dos usuários.

Portanto, destaca-se o objetivo do trabalho de propor um modelo de gestão e controle que integre princípios da governança de tecnologia, legislação ambiental em vigor para melhorar o desempenho ambiental das empresas incorporando o conceito de ciclo de vida LCA na gestão sustentável do lixo eletrônico. Para tanto, foi proposto um modelo visando boas práticas das organizações, avaliação do grau de maturidade e responsabilidade ambiental frente ao ciclo de vida dos dispositivos eletrônicos, que estão alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), notadamente o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao propor soluções baseadas em evidências que incentivem uma cultura de sustentabilidade tecnológica e responsabilidade compartilhada.

2 GESTÃO AMBIENTAL, CONTROLADORIA E SUSTENTABILIDADE

2.1 Custos Ambientais e Papel da Controladoria

Custos ambientais estão associados com a criação, detecção, correção e prevenção da degradação ambiental. Eles podem ocorrer especialmente por uma má qualidade de gestão ambiental (Hansen; Mowen, 2001). Logo, as empresas que tratam com descaso seus problemas ambientais tendem a incorrer em custos mais elevados em virtude de aplicação de multas, sanções legais, além da perda de competitividade de seus produtos, segundo os autores devido aos clientes que estão mais sensíveis aos problemas para o meio ambiente.

Embora este processo de classificação e análise dos custos demande um trabalho criterioso, pode auxiliar os gestores (tomador de decisão) escolher a opção de recuperação e/ou descartes mais apropriada. Retomando Sakurai (1997) é absolutamente atual a visão de avaliação dos custos do ciclo de vida de bens e produtos para uma gestão integrada em prol de resultados sustentáveis. A avaliação do ciclo de vida (ACV) permite medir impactos ambientais em todas as fases: extração, fabricação, uso e descarte.

Para ampliar as possibilidades da gestão efetiva, John et al. (2018) apresentam modelos um sistema de logística reversa multiprodutos e multiníveis. Havendo diferentes opções de recuperação de produtos e sub-produtos, como remanufatura, reparo e reciclagem. Todas estas opções avaliados e gerenciados resultam em duas categorias de valoração e retorno com base no valor residual do produto usado: (a) Com baixo valor residual do produto (PBV); (b) Descartes de lixo eletrônico com potencial de alto valor (PAV) após o uso - na fase de descarte deste.

2.2 Controladoria e Governança no Contexto Tecnológico

A governança de tecnologia da informação (GTI) é definida como o conjunto de estruturas, processos e mecanismos de relacionamento que asseguram que a infraestrutura de tecnologia sustente e amplie os objetivos e estratégias da organização (Weill e Ross, 2004). Um dos *frameworks* mais consolidados para sua implementação é o *Control Objectives for Information and Related Technology* (COBIT), desenvolvido pelo instituto ISACA, que fornece diretrizes para a avaliação, controle e melhoria contínua dos processos de TI. De acordo com De Haes, Van Grembergen e Debreceny (2013), o COBIT 5® integra princípios de governança e gestão da TI corporativa, orientando práticas que aumentam o valor gerado pela TI e reduzem os riscos. O modelo também é utilizado para medir a maturidade dos processos, promovendo alinhamento entre os recursos tecnológicos e os objetivos estratégicos da organização.

Meirelles (2024) explica que a Tecnologia de Informação (TI), demanda das organizações altos investimentos de capital, que podem incluir desde itens físicos, tais como: equipamentos, assistentes digitais pessoais e todos os dispositivos usados para fins organizacionais, também instalações, suprimentos (materiais de consumo), arquitetura de redes, telecomunicação e outros componentes de infraestrutura necessários para o funcionamento da empresa. Esta infraestrutura é cada vez mais necessária nas organizações. Entretanto, há questões que precisam ser melhor avaliadas especialmente os problemas gerados a curto e longo prazo relacionados ao lixo eletrônico.

As bases para gerenciar a tecnologia encontram-se em pesquisas relevantes, com destaque para governança dos autores (Weill e Ross, 2004; DeHaes, Grembergen e Debreceny (2013) que ilustra a abrangência dos diversos programas de certificação e gestão da tecnologia para citar os mais relevantes COBIT 5, ITIL (**em anexo**), com a agregação de protocolos de qualidade e boas práticas que foram sendo acrescentados ao longo dos anos. Hardy (2006) destaca que, em proporção relativa, as decisões com relação a TI (políticas, responsabilidades, riscos, desempenho) interferirão na organização. Assim, problemas técnicos, desde mau uso e interferências nos sistemas podem gerar pequenos danos, como prejuízos financeiros de grande monta. Para

Martinkoski (2007) os investimentos de proteção ao meio ambiente proporcionam benefícios financeiros, refletidos no lucro econômico da empresa e na valorização das suas ações.

Este pensamento pode ser ampliado considerando os benefícios e os malefícios das boas práticas do descarte dos resíduos eletrônico, ou lixo eletrônico. O modelo de maturidade do COBIT (ISACA, 2018) evidencia as fases e *framework* de gestão e governança (*Governance and Management Objectives*), tal modelo visa oferecer às empresas e instituições, quando implementada a governança, ocorra uma escalabilidade com cinco níveis de maturidade, em que o nível 1 é o inicial e o nível 5 o mais avançado que representa plena adesão ou otimizado.

2.3 Life Cycle Assessment (LCA) e Sustentabilidade para Organizações

Ao tratar de modelos de supervisão e governança é fundamental trazer o conceito de ciclo de vida sustentável de produtos e serviços ou LCA, visando minimizar efeitos danosos na fase de descarte ou substituição viável de bens e produtos para gerar uma cadeia sustentável em organizações, com foco especial aos itens eletro-tecnológicos (cadeia reversa do lixo eletrônico).

A avaliação do ciclo de vida, ou *Life Cycle Assessment* é um conceito essencial para compreender os impactos ambientais de produtos eletrônicos ao longo de todo o seu ciclo. A LCA tem se consolidado como uma ferramenta indispensável para mensurar os impactos ambientais associados a produtos e processos, sendo especialmente relevante no contexto do descarte e reaproveitamento de resíduos eletrônicos. Guinée (2002) apresenta uma estrutura detalhada que operacionaliza os princípios das normas ISO 14040 e ISO 14044, oferecendo um guia metodológico que permite a avaliação sistemática dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, desde a extração de recursos até o fim de vida útil. As normas ISO 14040 e 14044 (ISO, 2006) fundamentam tecnicamente essa abordagem, ao estabelecer princípios, requisitos e diretrizes metodológicas para aplicação consistente do ciclo de vida e essas diretrizes são particularmente úteis na formulação de políticas empresariais voltadas à sustentabilidade.

Complementando essa visão normativa e metodológica, Haupt, Vadenbo e Hellweg (2017) chamam atenção para a importância de indicadores apropriados para mensurar o desempenho da economia circular. Ao integrar as contribuições de Guinée (2002), ISO (2006), Haupt et al. (2017) e Sassanelli et al. (2020), observa-se que o LCA não apenas valida estratégias de descarte adequado, mas também contribui para uma abordagem preventiva e sistemática da sustentabilidade organizacional — um diferencial competitivo cada vez mais exigido em economias voltadas à circularidade e à governança ambiental.

2.4 Legislação Nacional sobre o Lixo Eletrônico

A separação de resíduos eletrônicos no Brasil é recente, apenas no dia 22 de julho de 2001 passou a vigorar a resolução 257 do CONAMA, que regulamentava a reciclagem de pilhas e baterias. Porém, devido a deficiências na infraestrutura e falta de interesse das empresas responsáveis pela reutilização dos resíduos eletrônicos, começaram a surgir problemas em diversas áreas do país, conseqüentemente, em 2008 o CONAMA acrescentou a resolução 401, que passou a implementar aos fornecedores de pilhas e baterias em todo território nacional, a obrigatoriedade de ofertar pontos de coleta para receber o descarte dos seus produtos. Em que é responsabilidade dos comerciantes encaminhar o lixo eletrônico recolhido aos fabricantes para que estes destinem a reciclagem ou a aterros sanitários. (CONAMA, 1999).

A gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos encontra-se regulamentado no Brasil a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010. A partir da PNRS são definidas como prioritárias como ações de logística reversão de seis categorias de resíduos: i) pilhas e baterias; ii) lâmpadas; iii) embalagens e resíduos de agrotóxicos, iv) equipamentos eletroeletrônicos e

componentes; v) embalagens e o óleo próprio e financiamento; vi) pneus inservíveis (Brasil, 2010a; Brasil, 2010b).

O Decreto nº 10.240/2020 trata diretamente do lixo eletrônico, pois regulamenta o processo de logística reversa para produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, incluindo computadores, celulares, televisores, eletrodomésticos e acessórios como baterias e cabos. Esses itens são parte essencial da categoria de resíduos eletrônicos (e-waste) e estão sujeitos à estrutura de coleta, transporte e destinação adequada prevista no decreto. Portanto, o não cumprimento das normas estabelecidas pode acarretar punições com base nas leis ambientais mais amplas do Brasil.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 Abordagem e Etapas para as Proposições Inovativas

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa com o objetivo de desenvolver um instrumento fundamentado na literatura com potencial de reunir informações relevantes para os processos e gestão. A pesquisa documental que se difere da bibliográfica, pode ser incluída no processo de levantamento de dados por meio de fontes variadas, sendo imprescindível em qualquer pesquisa, é utilizada para a coleta de informações prévias sobre o campo de interesse (Lakatos e Marconi, 2019).

A pesquisa foi delineada em três etapas centrais. A primeira consistiu em levantamento bibliográfico e documental de modelos de governança e logística reversa presentes tanto na literatura acadêmica quanto em experiências organizacionais já consolidadas. Em seguida, procedeu-se à análise de práticas adotadas por Apple® e Samsung®, líderes de mercado no Brasil, cuja relevância decorre da implementação de políticas públicas e programas estruturados de reciclagem e logística reversa (Apple, 2023; Samsung, 2023). Por fim, foi desenvolvido um protocolo de avaliação fundamentado no framework COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) desenvolvido pela ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*). O COBIT é abrangente e reconhecido mundialmente por sua aplicabilidade à governança de tecnologia (De Haes, Van Grembergen, & Debreceny, 2013; ISACA, 2018).

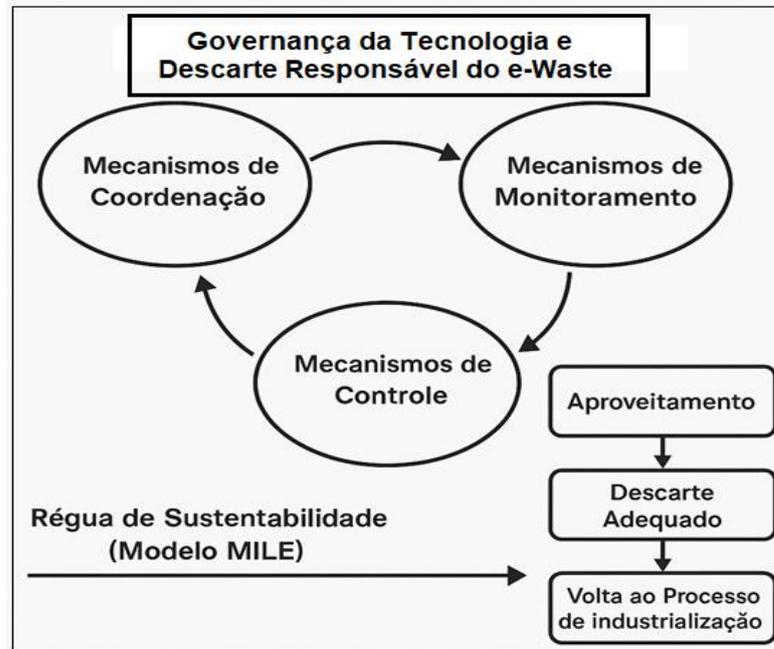
Essa abordagem metodológica possibilitou articular dados empíricos de grandes corporações com referenciais de governança e sustentabilidade, permitindo a formulação do Modelo de Inovação e Maturidade do Lixo Eletrônico (MILE), o qual se alinha às diretrizes nacionais (Lei nº 12.305/2010; Decreto nº 10.240/2020) e internacionais (UNITAR, 2024).

3.2 Modelo da Pesquisa

Os modelos da governança de tecnologia da informação (GTI) foram estudados visando apresentar uma solução para a gestão corrente do lixo eletrônico aplicável para as empresas do setor produtivo-comercial, com finalidades de ganho econômico-financeiro, bem como para as entidades governamentais e do terceiro setor. Assim, trazendo os princípios da governança de TI que é parte de ações internas para o desenvolvimento dos mecanismos de estrutura, processos e relacionamentos das organizações (Peterson, 2004; Weill; Ross, 2004). Modelando, a partir de Peterson (2004), que apresenta a governança de TI com três conjuntos integrados de mecanismos: coordenação, monitoramento e controle. Esses mecanismos orientam o alinhamento estratégico da tecnologia com os objetivos organizacionais, a supervisão do desempenho e a mitigação de riscos operacionais. Na figura 1, encontra-se a adaptação da governança do lixo eletrônico.

O modelo apresenta os elementos fundamentais de governança e boas práticas para o lixo eletrônico, especialmente no âmbito das entidades. O próximo passo, da pesquisa foi apresentar um instrumento norteado em boas práticas e legislação para mensurar e promover a maturidade da organização sobre as políticas de sustentabilidade e melhoria de impactos sociais.

Figura 1 – Modelo Teórico de Governança do e-Waste



Fonte: autores

4. RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

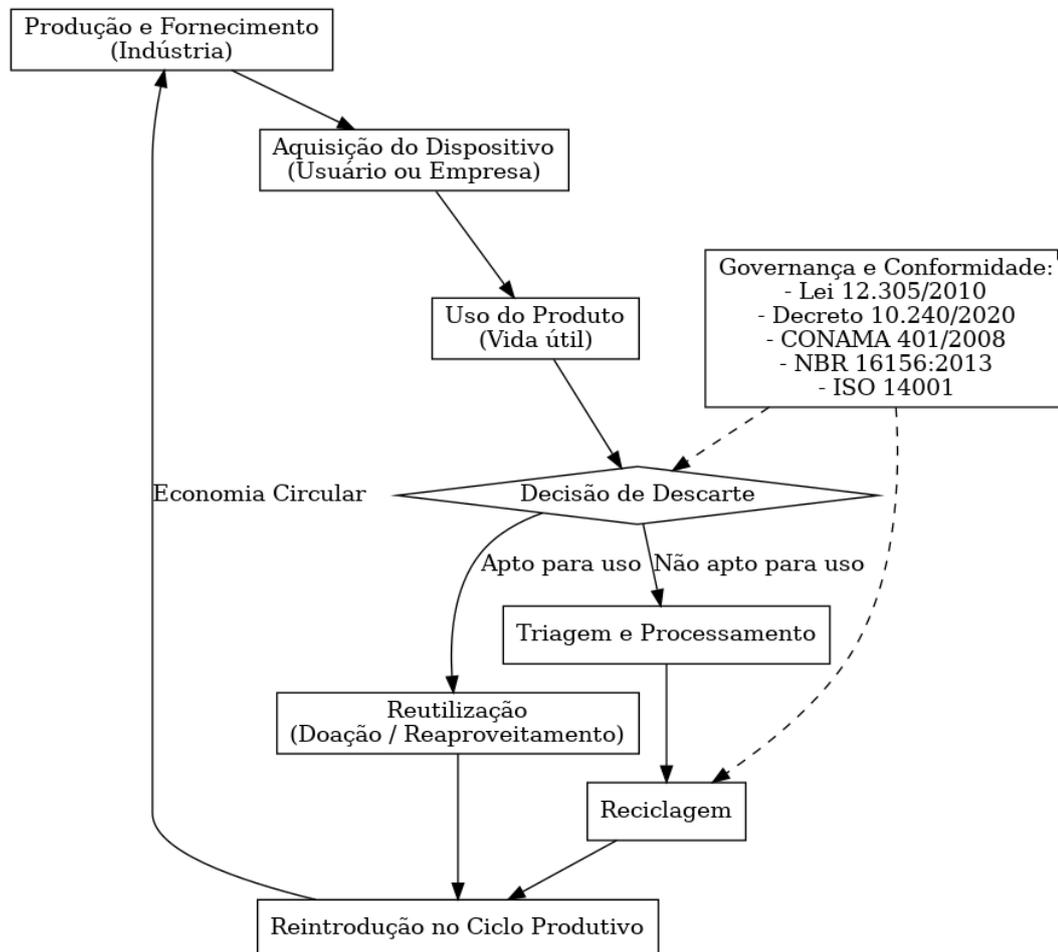
4.1 Proposta de Governança do E-Waste

Os resultados obtidos culminaram na elaboração do MILE, que é um instrumento de gestão composto por seis níveis de maturidade (0 a 5), que variam desde a inexistência de políticas até a consolidação de práticas integradas de sustentabilidade. O modelo foi estruturado com base no COBIT® e adaptado para a realidade da cadeia reversa do e-waste, em especial no tratamento de baterias de smartphones e computadores.

A proposição foi complementada por um fluxograma (Figura 2), que incorpora educação ambiental, formalização de processos internos e parcerias com recicladoras certificadas, e por uma régua de sustentabilidade (Figura 3), que permite às organizações avaliar de forma visual e padronizada o seu nível de maturidade. Nesse sentido, o modelo não apenas organiza práticas de governança ambiental, mas também fornece métricas para auditoria, conformidade regulatória e inovação contínua.

Nos anexos deste artigo, encontra-se o quadro detalhado da legislação brasileira para a gestão dos resíduos e lixo eletrônico, dando embasamento para os modelos ilustrativos, Figuras 2 e 3, propostos para ser ferramentas dos gestores, bem como para que as organizações acompanhem sua evolução nos níveis de sustentabilidade

Figura 2 – Fluxograma da Cadeia Reversa e Práticas Sustentáveis do e-Waste



Fonte: autores

Este fluxograma visa elucidar e sistematizar o programa de boas práticas, legislação vigente aliado a governança e a régua de sustentabilidade (MILE), para completar os indicadores organizacionais internos (Figura 3).

Salienta-se que pode ser utilizado por organizações de diversos setores, incluindo as autarquias, empresas sem fins lucrativos e universidades públicas. O modelo visual MILE estabelece seis níveis, permitindo que instituições avaliem a consistência e efetividade de suas práticas de descarte, coleta e reaproveitamento de e-waste:

Nível 0 – Inexistente: ausência de políticas e ações formais.

Nível 1 – Fase inicial: iniciativas isoladas, sem padronização.

Nível 2 – Abordagem padronizada: processos documentados, mas inconsistentes.

Nível 3 – Implementação de melhorias: políticas formais e treinamentos.

Nível 4 – Gerenciado: uso de indicadores, auditoria e conformidade ambiental.

Nível 5 – Otimizado: práticas integradas com programas de sustentabilidade e inovação contínua.

Figura 3 – Régua de Sustentabilidade para Lixo Eletrônico (MILE)



Inexistente	Fase inicial	Abordagem padronizada	Implementação de Melhorias	Gerenciado	Consolidado
Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5

Fonte: Autores

A proposta está alinhada com as normativas brasileiras (Lei nº 12.305/2010, Decreto nº 10.240/2020) e internacionais. Um recurso gerencial com potencial de ser incorporado por sistemas corporativos para mensuração e transparência do desempenho ambiental. O modelo também está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 12.

Ao se adaptar a tríplice função da governança de TI à cadeia reversa do lixo eletrônico, como demonstrado no modelo de inovação-maturidade do e-waste (MILE), conforme ilustra o modelo teórico (Figura 1): (1) Mecanismos de Coordenação: definição de políticas de descarte, parcerias com recicladoras, campanhas internas de conscientização e integração da governança de resíduos com os planos estratégicos de sustentabilidade; (2) Mecanismos de Monitoramento: uso de indicadores ambientais, relatórios de rastreamento do descarte e acompanhamento da maturidade institucional frente à logística reversa, conforme as escalas do modelo MILE (níveis 0 a 5); (3) Mecanismos de Controle: auditorias ambientais, conformidade com a legislação (ex: PNRS, Decreto 10.240/2020), certificações ISO 14001, e sistemas de responsabilização de fornecedores e colaboradores.

Esse resultado dialoga com estudos prévios que destacam a relevância da logística reversa como estratégia de economia circular (Leite, 2009; Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015). Em especial, relaciona-se ao trabalho de Dias et al. (2024), que evidenciam como a governança aplicada à logística reversa pode consolidar a sustentabilidade corporativa no Brasil. Ao articular evidências empíricas e teóricas, o MILE se configura como uma contribuição original ao campo da governança ambiental e tecnológica.

Nas discussões deste artigo, são destacados alguns trabalhos pioneiros sobre a relevância e ações de pesquisa e práticas em torno de soluções para o uso de processos mais eficazes do e-waste desde já momento presente e futuro das instituições e ações governamentais. Compreendendo que há muitas lacunas este trabalho visa explorar melhor no ambiente organizacional.

4.2 Síntese de Pesquisas e Gaps de Normas

Para consolidar a contribuição deste trabalho, foi necessário aprofundar pesquisas recentes sobre o lixo eletrônico e sua cadeia reversa, analisando impactos ambientais, sociais e regulatórios. Embora a produção científica internacional tenha crescido significativamente, ainda há lacunas práticas e normativas. Este estudo articula referenciais normativos (ISO 14040/44, Lei nº 12.305/2010 da PNRS e Decreto nº 10.240/2020), autores clássicos e pesquisas contemporâneas, formando uma base que integra ciclo de vida, economia circular e descarte sustentável do e-waste. Esses elementos oferecem suporte ao modelo MILE no contexto nacional e regional.

A cadeia reversa do lixo eletrônico, também denominada logística reversa, envolve recolhimento, reciclagem e destinação adequada de dispositivos como celulares e computadores. Esse sistema reduz impactos ambientais ao evitar a liberação de substâncias tóxicas e fortalece a economia circular ao reinserir materiais no processo produtivo. Para Leite (2009), o êxito depende de políticas públicas e da conscientização do consumidor, pois a sustentabilidade está diretamente associada ao manejo responsável dos resíduos.

Na literatura, a logística reversa é definida como o fluxo inverso da cadeia de suprimentos convencional (Agrawal, Singh & Murtaza, 2015; Tadaros et al., 2022). Tadaros et al. (2022) destacam que incertezas variam conforme produto, contexto e país, influenciadas por fatores econômicos, legislativos, ambientais e sociais. Essas variáveis devem ser consideradas, sobretudo no descarte de baterias de íon-lítio, cujo estudo na Suécia evidenciou avanços, mas também revelou persistentes incertezas. Por isso, os autores defendem análises comparativas de cenários para embasar decisões estratégicas e táticas.

No Brasil, a PNRS (Lei nº 12.305/2010) estabelece desde 2010 a obrigatoriedade da logística reversa, prevendo responsabilidades compartilhadas entre fabricantes, distribuidores e consumidores (Conte, 2016). Apesar disso, desafios permanecem, refletindo a necessidade de melhorias institucionais e regulatórias. Diante desse panorama, a gestão da cadeia reversa de resíduos eletrônicos torna-se um campo estratégico para organizações públicas e privadas, tanto pela mitigação de impactos ambientais quanto pelo aproveitamento de valor econômico. Pesquisas corroboram essa perspectiva, demonstrando a relevância da governança e do uso de tecnologias inteligentes para ampliar transparência e rastreabilidade (Quadro 1).

Quadro 1 – Pesquisas para a gestão da cadeia do lixo eletrônico

Autor(es)	Classificação-Objeto	Pesquisa	Resultados
Tadaros et al., 2022	Baterias de íon-lítio / Logística reversa	Localização de instalações e desenho de rede para logística reversa de baterias de íon-lítio na Suécia	Proposição de modelo estratégico e tático sob incertezas no descarte; suporte a decisões de rede logística
John, ++Sridharan e Kumar, 2018	Eletrônicos portáteis / Logística reversa	Modelo multiproduto para redes de logística reversa de celulares e câmeras digitais	Integração de remanufatura, reciclagem e descarte com base em valor residual
Agrawal, Singh e Murtaza, 2015	Produtos tecnológicos / Sustentabilidade	Revisão sobre práticas de logística reversa aplicadas à sustentabilidade e ao valor de produtos tecnológicos	Destaque para práticas sustentáveis e contribuição da logística reversa ao ciclo de vida dos produtos
Mukherjee et al., 2021	Tecnologias digitais aplicadas ao e-waste	Tecnologias modernas e inteligentes para gestão e rastreamento de resíduos eletrônicos	Importância da inovação digital e rastreamento para eficiência na gestão e no controle da cadeia reversa
Leite, 2009	Bens eletrônicos / Competitividade e meio ambiente	Papel da logística reversa na competitividade e na gestão ambiental no contexto brasileiro	Logística reversa como instrumento estratégico para setores intensivos em bens eletrônicos

Fonte: Autores

A gestão da cadeia reversa de resíduos eletrônicos é um campo cada vez mais estratégico para instituições públicas e privadas, tanto pelo aspecto de impactos ambientais como para os potenciais valores associados à sua destinação adequada. Os estudos demonstram uma clara convergência com este trabalho.

5. ANÁLISE E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O modelo proposto para gestão-governança do lixo eletrônico traz o conceito de melhoria contínua, transformativa, com ênfase nos processos e atividades que as empresas venham a desenvolver. O que vai enquadrá-las e qualificá-las por certificações para os seis níveis possíveis (0 a 5), em que Nível 0 quando ainda não há qualquer norma até Nível 5. A análise evidencia que o MILE pode ampliar o papel da controladoria, com um plano de implementação e indicadores capazes de integrar dimensões econômicas, sociais e ambientais. Conforme argumentam Brescovici, Garrido e Monticelli (2022), a controladoria tem capacidade de gerar valor ao articular métricas e apoiar decisões estratégicas, o que reforça a aplicabilidade do modelo aqui proposto.

No cenário internacional, pesquisas como as de Tadaros et al. (2022) demonstram que a logística reversa de baterias de íon-lítio apresenta incertezas logísticas e regulatórias, enquanto John, Sridharan e Kumar (2018) destacam a importância de modelos multiproduto para redes de logística reversa. Convergindo na busca por práticas de acompanhamento e normas de melhoria e replicáveis, capaz de lidar com diferentes contextos institucionais e produtivos.

Além disso, o modelo MILE pode contribuir para o fortalecimento da governança sustentável em instituições públicas, empresas privadas e organizações sem fins lucrativos, ao propor uma régua de maturidade que pode orientar investimentos, capacitações e certificações ambientais. Essa perspectiva está em consonância com os ODS.

O trabalho também busca avançar com uma estrutura que possa aproximar a teoria das práticas organizacionais e empresas menores. Entende-se a relevância de estudos como de (Dias et al., 2024) centrados em casos específicos ou em frameworks gerais de governança (De Haes et al., 2013), o presente trabalho oferece uma métrica estruturada e aplicável a diferentes setores, reforçando sua contribuição acadêmica e prática.

Os passos seguintes desta pesquisa se referem a validação do modelo, analisando os processos internos e normas para o ambiente das instituições públicas estaduais. Trazendo contribuições e novas possibilidades para as universidades utilizarem o modelo como ferramenta didática e operacional promovendo projetos de extensão e monitoramento ambiental, com envolvimento de discentes, técnicos e gestores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresentou o Modelo de Inovação e Maturidade do Lixo Eletrônico (MILE), que visa apoiar organizações públicas e privadas na gestão da cadeia reversa de resíduos eletrônicos, promovendo transparência, rastreabilidade e sustentabilidade em seus processos.

O descarte inadequado de resíduos eletrônicos configura-se como um dos maiores desafios ambientais do século XXI, segundo *United Nations Institute for Training and Research* nos seus relatórios divulgados anualmente. O que exige políticas eficazes e instrumentos de governança que apoiem sua gestão.

Diante desse cenário, o estudo proposto oferece uma contribuição prática e científica ao integrar normas ambientais, métricas de avaliação do ciclo LCA e boas práticas de logística reversa para todo ecossistema do lixo eletrônico. Destaca-se entre os resultados o modelo visual do MILE que traz a “régua de sustentabilidade” com seis níveis, que possibilita mensuração objetiva do desempenho institucional, ao mesmo tempo em que orienta decisões estratégicas. Entre as principais contribuições, destacam-se:

- (1) Integração teórico-prática, unindo governança de TI e avaliação da cadeia de descarte de dispositivos eletrônicos em um instrumento aplicável a diferentes contextos organizacionais;
- (2) Aplicabilidade gerencial, ao oferecer métricas de apoio a auditorias, certificações ambientais e conformidade regulatória;

(3) Convergência acadêmica e institucional, incentivando pesquisas futuras e práticas de extensão que reforçam a sustentabilidade como diferencial competitivo.

Assim, o modelo proposto traz uma abordagem organizacional para integrar governança, sustentabilidade e controladoria em um instrumento aplicável a diferentes setores. Organiza práticas de gestão e métricas para apoiar auditorias e outros aspectos regulatórios. Do ponto de vista da controladoria, a proposta dialoga com estudos que destacam sua capacidade de gerar valor ao integrar métricas socioambientais à tomada de decisão estratégica (Brescovici; Garrido; Monticelli, 2022). Dessa forma, vai contribuir para estruturar protocolos de autoavaliação ambiental, facilitar a adoção de estratégias sustentáveis (reduzindo passivos ambientais). Promovendo a adequação normativa, diferenciação competitiva, responsabilidade corporativa, aspectos cada vez mais demandados por consumidores, investidores, órgãos reguladores e demais *stakeholders*.

Apesar dos avanços, há limitações, pois o modelo ainda se encontra em estágio exploratório, demandando validações em diferentes setores e realidades institucionais. Pesquisas futuras podem testar o MILE em empresas, universidades e órgãos públicos, assim como desenvolver painéis de monitoramento (dashboards) e outras ferramentas digitais que ampliem sua aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 97, p. 76–92, 2015.
- AKMAN, I.; MISHRA, A. Sector diversity in Green Information Technology practices: Technology Acceptance Model perspective. *Computers in Human Behavior*, v. 49, p. 477–486, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.009>.
- APPLE BRASIL. Revisão e reciclagem de baterias. 2023. Disponível em: <https://www.apple.com/br/batteries/service-and-recycling/>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- BADOLA, N.; CHAUHAN, J. S. Waste Management: Challenges and Opportunities. In: *Bioremediation of Environmental Pollutants: Emerging Trends and Strategies*. p. 1–23, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-86169-8_1.
- BALDE, C. P.; WANG, F.; KUEHR, R.; HUISMAN, J. *Global E-waste Monitor 2014: Quantidades, Fluxos e Recursos*. United Nations University, 2015. Disponível em: <http://i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/news/7916/Global-E-waste-Monitor-2014-small.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em: 29 ago. 2025.
- BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm. Acesso em: 29 ago. 2025.
- BRESCOVICI, S. J.; GARRIDO, I. L.; MONTICELLI, J. M. As capacidades geradoras de valor da controladoria. *Contabilidade, Gestão e Governança*, v. 25, n. 1, p. 23–42, 2022. DOI: https://doi.org/10.51341/1984-3925_2022v25n1a2.
- CALAES, G. Estímulos à mineração na era da economia circular. *Brasil Mineral*, n. 374, p. 76–77, 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resoluções nº 257/1999 e nº 401/2008. Brasília, 1999 e 2008.

CONTE, A. A. Ecoeficiência, logística reversa e a reciclagem de pilhas e baterias: revisão. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)*, n. 39, p. 124–139, 2016.

DE HAES, S.; VAN GREMBERGEN, W.; DEBRECENY, R. S. COBIT 5 and Enterprise Governance of Information Technology: Building Blocks and Research Opportunities. *Journal of Information Systems*, v. 27, n. 1, p. 307–324, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2308/isys-50422>.

DIAS, A. P. J. C.; CARDOSO, J. R.; BARBOSA, J. E. C.; MARTINS, V. F. Governança na logística reversa de resíduos eletrônicos. *Revista de Administração, Gestão e Contabilidade – RAGC*, v. 16, p. 90–110, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/ragc/article/view/3452>. Acesso em: 29 ago. 2025.

GUINÉE, J. B. (Ed.). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/0-306-48055-7>.

GUIDE JR, V. D. R. Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. *Journal of Operations Management*, v. 18, p. 467–483, 2000.

HAUPT, M.; VADENBO, C.; HELLWEG, S. Do we have the right performance indicators for the circular economy? Insight into the Swiss waste management system. *Journal of Industrial Ecology*, v. 21, n. 3, p. 615–627, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12506>.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. *Gestão de custos: contabilidade e controle*. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

HARDY, G. Using IT governance and COBIT to deliver value with IT and respond to legal, regulatory and compliance challenges. *Information Security Technical Report*, v. 11, n. 1, p. 55–61, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040:2006 – Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. Geneva: ISO, 2006a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14044:2006 – Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. Geneva: ISO, 2006b.

ISACA. *COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives*. ISACA, 2018.

JOHN, S. T.; SRIDHARAN, R.; KUMAR, R. P. N. Reverse logistics network design: a case of mobile phones and digital cameras. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 94, p. 615–631, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0864-2>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2019.

LEITE, P. R. *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LINS, F. F. et al. Tecnologias para a sustentabilidade ambiental. In: MELFI, A. et al. (Eds.). *Recursos Minerais no Brasil: Problemas e Desafios*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016. p. 282–287.

MARTIKKALA, A.; DAVID, J.; LOBOV, A.; LANZ, M.; ITUARTE, I. F. Trends for low-cost and open-source IoT solutions development for industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, v. 55, p. 298–305, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.042>.

MARTINKOSKI, D. C. Análise do desempenho ambiental e avaliação dos resultados econômicos em uma organização certificada com a ISO 14001: estudo de caso realizado em indústria petroquímica. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

MEIRELLES, F. S. *Pesquisa Anual de Administração de Recursos de Informática*. 36. ed. São Paulo: FGV-EAESP-CIA, 2024. Disponível em: <https://www.fgv.br/cia/pesquisa>. Acesso em: 29 ago. 2025.

MUKHERJEE, A. G. et al. A review on modern and smart technologies for efficient waste disposal and management. *Journal of Environmental Management*, v. 297, 113347, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113347>.

ONU/UNITAR. *The Global e-Waste*. 2022. Disponível em: <https://globalewaste.org/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

ONU/UNITAR. *The Global E-waste Monitor 2024: Electronic Waste Rising Five Times Faster than Documented E-waste*. 2024. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

PANT, D.; DOLKER, T. Green and facile method for the recovery of spent Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC) based Lithium ion batteries. *Waste Management*, v. 60, p. 689–695, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.039>.

PETERSON, R. R. Integration strategies and tactics for information technology governance. In: VAN GREMBERGEN, W. (Ed.). *Strategies for Information Technology Governance*. Hershey: Idea Group Publishing, 2004.

PORTAL EXAME. Brasil produz muito lixo eletrônico, diz ONU. 2010. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/brasil-emergente-mais-produz-lixo-eletronico-diz-onu-535153>. Acesso em: 29 ago. 2025.

SAKURAI, M. *Gerenciamento integrado de custos*. São Paulo: Atlas, 1997.

SAMSUNG. Programa de Reciclagem. 2023. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/support/programa-reciclagem/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, v. 1, n. 1, 2009.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 1–22, 2014.

SASSANELLI, C.; ROSA, P.; ROCCA, R.; TERZI, S. Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 229, p. 440–453, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.019>.

STATCOUNTER. Mobile Vendor Market Share Brazil – 2024. 2024. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/vendor-market-share/mobile/brazil>. Acesso em: 29 ago. 2025.

TADAROS, M. et al. Location of facilities and network design for reverse logistics of lithium-ion batteries in Sweden. *Operations Research International Journal*, p. 895–915, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12351-020-00586-2>.

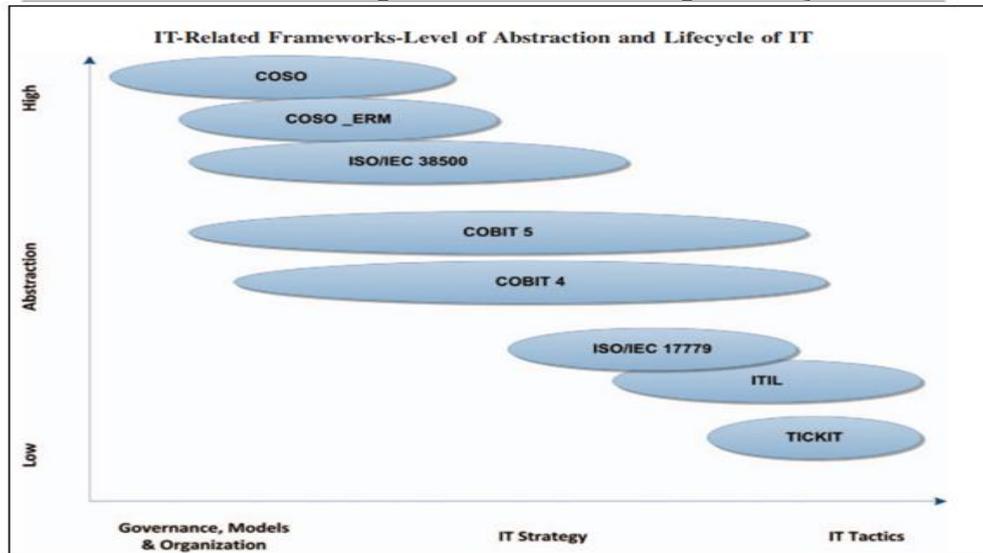
VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 3, n. 3, p. 120–136, 2009. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/180>. Acesso em: 29 ago. 2025.

WEILL, P. Don't just lead govern: how top-performing firms govern IT. *MIS Quarterly Executive*, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2004.

WEILL, P.; ROSS, J. W. *IT Governance: how top performers manage IT decision rights for superior results*. Boston: Harvard Business School Press, 2004.

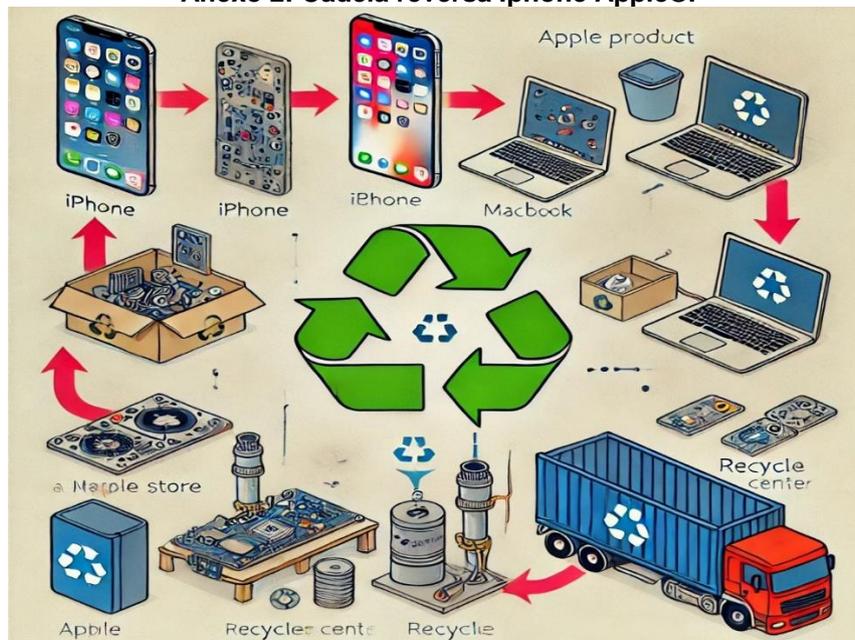
ANEXOS E APÊNDICES:

Anexo 1. Abrangência dos modelos de governança



Fonte: De Haes; Grembergen e Debreceny, 2013.

Anexo 2: Cadeia reversa Iphone Apple®.



Fonte: Apple 2024. sustentabilidade da Apple, disponível no site da empresa: [Apple - Environmental Progress Report]. <https://www.apple.com>.

Anexo 3: Processo de Reciclagem da Samsung®



Fonte: Samsung, 2024. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/support/programa-reciclagem/>

Nota: A empresa informa que oferece descontos na troca por um novo produto do Ecossistema Galaxy e pontos de coleta de dispositivos como: celular, tablet, acessórios, pilhas e baterias, “o descarte deverá ser realizado sempre em uma de nossas urnas de coleta localizadas em nossas assistências técnicas autorizadas ou nas lojas Samsung distribuídas por todo o país” (Samsung, 2024).

APÊNDICE 1: Frame para gestão do lixo eletrônico

Nível	MODELO DE MENSURAÇÃO DO RISCO DO E-WASTE				
	Qualificação	Descrição	Indicadores	Ações tomadas	Leis e Normas
Nível 0	Inexistente	Não há qualquer política ou procedimento formal para a coleta de lixo eletrônico.	Ausência de registros de descarte de equipamentos eletrônicos, descarte irregular ou inadequado.	Negligência o descarte do lixo eletrônico sem a correta destinação	Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). Decreto nº 10.240/2020 - regulamenta o processo de logística reversa para produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, incluindo computadores, celulares, televisores
Nível 1	Fase inicial	Início da conscientização sobre a importância da coleta de lixo eletrônico, mas os processos são informais e inconsistentes.	Algumas iniciativas isoladas de coleta de lixo eletrônico, mas sem documentação formal ou procedimentos padronizados.	- Realização de campanhas de conscientização esporádicas. - Identificação de pontos de coleta de lixo eletrônico, sem uma política formal.	Lei nº 12.305/2010 (PNRS) - Artigos sobre responsabilidade compartilhada. Decreto nº 10.240/2020 parâmetros e soluções
Nível 2	Abordagem padronizada	Existe uma abordagem mais consistente para a coleta de lixo eletrônico, mas ainda não é totalmente padronizada.	Procedimentos documentados, mas aplicados de forma inconsistente; registros de coleta de lixo eletrônico começam a ser mantidos.	- Criação de um documento básico sobre procedimentos de coleta. - Registro inicial de volumes de lixo eletrônico coletados.	Resolução CONAMA nº 401/2008 (sobre limites de resíduos de pilhas e baterias).
Nível 3	Implementação de Melhorias	Políticas e procedimentos formais para a coleta de lixo eletrônico estão definidos e implementados na organização.	Procedimentos documentados e seguidos consistentemente; treinamentos regulares para conscientização sobre a importância do descarte correto de lixo eletrônico.	- Desenvolvimento e implementação de uma política formal de descarte de lixo eletrônico. - Estabelecimento de pontos de coleta permanentes e comunicação regular.	Norma ABNT NBR 16156:2013 (sobre gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos).
Nível 4	Gerenciado	Processos são monitorados e medidos regularmente. Há uma gestão ativa para garantir a conformidade e a melhoria contínua.	Indicadores de desempenho são monitorados; relatórios regulares sobre a coleta de lixo eletrônico; conformidade com regulamentações ambientais.	- Monitoramento regular da conformidade com a política de coleta de lixo eletrônico. - Avaliação e auditoria periódica dos processos de coleta e descarte.	Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) - Artigos sobre destinação inadequada de resíduos.
Nível 5	Consolidado	Melhores práticas são adotadas e processos são continuamente melhorados. A coleta de lixo eletrônico é integrada com outras iniciativas sustentáveis da universidade.	Melhoria contínua dos processos baseada em métricas; integração com programas de sustentabilidade; inovação na gestão de resíduos eletrônicos.	- Implementação de tecnologias avançadas para gestão de resíduos eletrônicos. - Parcerias com empresas especializadas em reciclagem de eletrônicos. - Integração da coleta de lixo eletrônico com iniciativas de responsabilidade social e ambiental da universidade.	ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental).

Fonte: Autores