



Universidade de Brasília
Faculdade Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas - FACE
Departamento de Administração

ALANA BATISTA DA SILVA ROCHA

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Brasília - DF
2020

ALANA BATISTA DA SILVA ROCHA

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Administração da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial à obtenção de título de Bacharel em Administração.

Professora Orientadora: Dra. Clarissa Melo Lima

Brasília - DF
2020

ALANA BATISTA DA SILVA ROCHA

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso de Administração da Universidade de Brasília (UnB) da aluna:

Alana Batista da Silva Rocha

Dra. Clarissa Melo Lima
Professora-Orientadora

Dr. Evaldo Cesar
Cavalcante Rodrigues
Professor-Examinador

Dra. Martha Maria Veras
Oliveira Cavalcante
Rodrigues
Professora-Examinadora

Ma. Patrícia Bassalo
Menezes
Professora-Examinadora

Brasília
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu esposo e melhor amigo, Raphael Marques, pelo carinho e incentivo, sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me dando força.

Aos meus pais, que apesar das dificuldades e diferenças entre nós, tenho certeza que ficariam felizes pela minha formação, reconheço a dedicação e amor que tiveram por mim, sou grata por tudo.

A minha orientadora, Professora Dra. Clarissa Melo Lima, pelo suporte e incentivo, por suas correções e por ter compartilhado seus conhecimentos e experiências.

Ao Professor Dr. Evaldo Cesar Cavalcante Rodrigues por sua disponibilidade em ajudar e por todo o conhecimento compartilhado.

Aos alunos e professores do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), do Curso de Graduação em Ciências Ambientais e dos cursos de Graduação da Faculdade de Planaltina da UNB, que contribuíram com este trabalho ao responderem o questionário de coleta de dados desta pesquisa.

E agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente não apenas neste trabalho, mas por tornar possível a realização deste sonho, formar em uma universidade reconhecida. Sozinha não teria conseguido.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar a percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília (UNB) sobre o gerenciamento de resíduos de produtos eletroeletrônicos. Trata-se de uma investigação de caráter exploratório-descritivo com abordagem metodológica qualitativo-quantitativa. Para análise foi adotada a Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C), uma ferramenta eficaz na análise de problemas complexos como o gerenciamento de resíduos, que considera múltiplas partes interessadas. O desenvolvimento da pesquisa teve como etapas: a realização de *brainstorming*, com especialistas no assunto; a aplicação de questionário eletrônico; e a análise dos dados utilizando o *software* MyMCDA-C. Os participantes da pesquisa avaliaram o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos por meio de 6 (seis) critérios principais: logística reversa; mobilização social; política e legislação; fator econômico, e vulnerabilidade e ameaça. Os resultados indicam que a comunidade acadêmica avalia positivamente o gerenciamento de resíduos eletrônicos.

Palavras-Chave: Gerenciamento de resíduos; Produtos Eletroeletrônicos; e Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C).

ABSTRACT

This study aims to assess the perception of the academic community of the University of Brasília (UNB) about the management of waste from electronic products. This is an exploratory-descriptive investigation with a qualitative-quantitative methodological approach. For analysis, the Multicriteria Decision Support Methodology - Constructivist (MCDA-C) was adopted, an effective tool in the analysis of complex problems such as waste management, which considers multiple stakeholders. The development of the research had the following stages: brainstorming, with specialists in the subject; the application of an electronic questionnaire; and data analysis using the MyMCDA-C software. The survey participants evaluated the management of electronic waste using 6 (six) main criteria: reverse logistics; social mobilization; policy and legislation; economic factor, and vulnerability and threat. The results indicate that the academic community positively evaluates electronic waste management.

Keywords: Waste management; Electronics products; and Multicriteria Decision Support Methodology - Constructivist (MCDA-C).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fórmula do Cálculo Amostral.....	28
Figura 2 - Fases da Metodologia MCDA-C.....	30
Figura 3 - Descritor dos Pontos de Vista Elementares (PVE).....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Atividades Ambientais Praticadas pelos Participantes.....	36
Gráfico 2 – Desempenho do Critério Logística Reversa.....	37
Gráfico 3 – Desempenho do Critério Mobilização Social.....	38
Gráfico 4 – Desempenho do Critério Política e Legislação.....	39
Gráfico 5 – Desempenho do Critério Fator Econômico.....	41
Gráfico 6 – Desempenho do Critério Vulnerabilidade e Ameaça.....	42
Gráfico 7 – Desempenho Global dos Critérios.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – População de Interesse.....	28
Quadro 2 – Distribuição dos Dados Sociodemográficos dos Participantes.....	35
Quadro 3 – Comparação entre os Critérios Gerais.....	43
Quadro 4 – Matriz Semântica para os Critérios Analisados.....	44
Quadro 5 – Objetivos Específicos Propostos e Alcançados.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Elementos Presentes nos REEE e os Principais Danos Causados à Saúde.....	23
Tabela 2 – PVF, PVE, Taxa de Substituição e Nível de Esforço.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EEE	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
EPA	Elementos Primários de Avaliação
ISWA	Associação Internacional de Resíduos Sólidos
ITU	União Internacional de Telecomunicações
MCDAC	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
STEP	Solving the e-waste problem
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
UNU	Universidade das Nações Unidas
PVE	Ponto de Vista Elementar
PVF	Ponto de Vista Fundamental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	14
1.2 Formulação do Problema	15
1.3 Objetivo Geral.....	15
1.4 Objetivos Específicos	15
1.5 Justificativa	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Percepção Ambiental.....	17
2.2 Resíduos Sólidos	18
2.3 Resíduos Eletrônicos	21
2.3.1 Composições dos resíduos elétricos e eletrônicos e seus efeitos	22
2.4 Logística Reversa.....	23
2.5 Acordo Setorial	25
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	27
3.1 Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa	27
3.2 População e amostra ou participantes da pesquisa.....	28
3.3 Caracterização e descrição da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista – MCDA-C.....	29
3.4 Estruturação do MCDA-C	30
3.4.1 Rótulo e atores envolvidos no processo de decisão.....	30
3.4.2 <i>Brainstorming</i>	31
3.4.3 Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)	31
3.4.4 Definição do descritor.....	32
3.4.5 Grupo Focal.....	32
3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 Análises do perfil dos participantes da pesquisa.....	35
4.2 Análises dos critérios de gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos	36
4.2.1 Logística Reversa	37
4.2.2 Mobilização Social	38
4.2.3 Política e Legislação	39
4.2.4 Fator Econômico	40

4.2.5 Vulnerabilidade e Ameaça	41
4.3 Análise do desempenho global dos critérios.....	42
4.3 Atendimento aos objetivos específicos propostos.....	44
CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO	45
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICES	51
APÊNDICE A: Questionário eletrônico sobre a percepção da comunidade acadêmica da UNB sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos.	51

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, presenciamos o aumento da demanda por equipamentos eletrônicos, principalmente em países em desenvolvimento. A velocidade com que as mudanças tecnológicas ocorrem acabam contribuindo com a rápida obsolescência tecnológica, conseqüentemente, aumentam a produção de resíduos desses equipamentos. O debate em relação ao lixo eletrônico tem ganhado espaço devido aos efeitos negativos que esses resíduos podem causar no meio ambiente e na saúde humana. De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2019), o lixo eletrônico representa 2% dos fluxos de resíduos sólidos, mas pode representar até 70% dos resíduos perigosos que acabam em aterros.

A situação do lixo eletrônico é preocupante visto que, sem o tratamento adequado, esses resíduos acabam sendo descartados em locais indevidos, em alguns casos sendo descartado até mesmo em lixões, rios, lagos e terrenos abandonados. O resultado é a contaminação do solo e da água, que ocorre devido à composição dos elementos que constituem esses equipamentos. A quantidade de metais pesados existentes nesses equipamentos é suficiente para causar danos para a saúde pública e para o meio ambiente.

No Brasil existe uma tendência que visa à proteção e a qualidade ambiental, dando espaço a diversas legislações e regulamentações ambientais como, por exemplo, a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que impõe o tratamento e a destinação correta dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Entre os princípios da PNRS está a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Um dos instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada é a logística reversa, que possibilita o retorno dos produtos ao setor empresarial, ao fim de sua vida útil, para serem reinseridos no processo produtivo, ou destinados corretamente (BRASIL, 2010).

Um dos grandes desafios atuais é tornar as políticas públicas existentes eficazes e efetivas. Neste contexto, esta pesquisa pretende analisar a percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília (UNB) sobre o gerenciamento de resíduos eletrônicos, utilizando a Metodologia de Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C). Este estudo pode contribuir com a conscientização da comunidade em geral em relação ao gerenciamento adequado para os resíduos desses equipamentos.

1.1 Contextualização

Na busca por vantagens competitivas, as organizações transformaram radicalmente suas estratégias ao investirem em tecnologia, inovação e criatividade. O lançamento de produtos no atual mundo globalizado, bem como sua rápida substituição são resultados desse processo de inovação e transformação tecnológica que presenciamos na contemporaneidade. A evolução das tecnologias tem proporcionado consideráveis comodidades e facilidades para humanidade. Entretanto, ela também pode levar a escassez de recursos e a uma série de impactos sociais, ambientais e econômicos.

Para Leite (2009), o acelerado desenvolvimento tecnológico permitiu a introdução constante de novas tecnologias com redução de preços. Por outro lado, o ciclo de vida útil dos produtos reduziu e o nível de obsolescência tecnológica aumentou, conseqüentemente, há uma tendência a descartabilidade. Os efeitos desse processo são observados principalmente nos produtos de equipamentos eletroeletrônicos, que geralmente são explorados pelo mercado, por meio da obsolescência programada, que reduz o ciclo de vida útil dos produtos como forma de manter os clientes consumindo (LEONARD, 2011).

Para Almeida *et al.* (2012), um dos desafios da sociedade do século XXI é enfrentar a dicotomia consumo em massa versus sustentabilidade ambiental. No início do processo de industrialização não havia preocupação em relação às possíveis conseqüências que as tecnologias pudessem causar ao meio ambiente e a saúde humana. Com o passar dos anos, o modelo de produção adotado, que valorizava essencialmente o lucro, começou a ser questionado, dando início a um movimento ambientalista que passou a exigir reavaliação do cenário de produção e alertar a sociedade quanto aos processos de pós-venda e pós-consumo.

A produção de resíduos sólidos, em especial os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, tem sido um assunto amplamente discutido, tendo em vista os riscos envolvidos no gerenciamento desses resíduos. Nesse sentido, as entidades governamentais desempenham um papel fundamental em relação à gestão desses resíduos. Conforme o art. 225, da Constituição Federal: *“todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”* (BRASIL, 1988).

Diante dessa problemática, em 2010, o governo sancionou a Lei nº 12.305, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A legislação representa um

importante instrumento de desenvolvimento sustentável, entretanto, persistem problemas relacionados ao gerenciamento adequado dos resíduos eletrônicos.

1.2 Formulação do Problema

A Lei nº 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, foi sancionada em 2010. O normativo determina a obrigatoriedade da estruturação do sistema de logística reversa de produtos eletrônicos e seus componentes, de forma a viabilizar o retorno dos produtos ao setor empresarial, para serem reinsertos no processo produtivo ou destinados adequadamente. O debate em relação ao lixo eletrônico e seu adequado gerenciamento tem ganhado relevância não só pelas questões ambientais, mas pelos aspectos sociais e econômicos envolvidos.

De acordo com o relatório *Global E-Waste Monitor 2017*, lançado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), Universidade das Nações Unidas (UNU) e Associação Internacional de Resíduos Sólidos, o Brasil é considerado o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina, com 1,5 milhão de toneladas. O problema tende a crescer, dado que as empresas continuam buscando formas de encorajar os consumidores a consumirem mais. Diante dessa realidade, torna-se necessário unir esforços para buscar medidas adequadas para lidar com esse problema. Dessa forma, busca-se identificar o nível de conscientização e a relação com o desempenho de práticas e ações ambientais realizadas pela comunidade acadêmica.

1.3 Objetivo Geral

Avaliar a percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília (UNB) sobre o gerenciamento de resíduos de produtos eletroeletrônicos.

1.4 Objetivos Específicos

- Verificar quais são práticas sustentáveis adotadas pela comunidade acadêmica;
- Identificar os obstáculos relacionados ao gerenciamento adequado dos resíduos eletroeletrônicos;
- Investigar se a comunidade acadêmica concorda com as diretrizes estabelecidas pela legislação vigente em relação ao gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos.

1.5 Justificativa

O estudo é justificado pela preocupação em relação ao crescimento dos resíduos eletrônicos e como as instituições do país lidam com esse problema. Neste contexto, a discussão sobre as ferramentas de gerenciamento dos resíduos eletrônicos é relevante. Entre elas está a logística reversa de resíduos eletrônicos, que atua como um instrumento de desenvolvimento econômico e social. A logística reversa ainda não é efetiva no país, entretanto, representa uma oportunidade a ser explorada, tendo em vista o potencial econômico envolvido.

Os resíduos eletrônicos descartados de forma inadequada representam riscos ao meio ambiente e a saúde. Por outro lado, quando descartados corretamente, por meio do sistema de logística reversa, podem representar um fator gerador de renda, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável. Esta pesquisa contribui com as discussões sobre a importância do gerenciamento adequado de resíduos eletroeletrônicos. O estudo é justificado pela carência de pesquisas específicas na área dos resíduos eletrônicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais conceitos relacionados à pesquisa, bem como apresentar a revisão de literatura com estudos recentes sobre o tema.

2.1 Percepção Ambiental

A abundância dos bens de consumo constantemente é considerada como símbolo de sucesso nas economias capitalistas (CONSUMERS INTERNATIONAL; MMA; MEC; IDEC, 2005). Entretanto, essa abundância começou a ser questionada pela sociedade moderna. Para Latouche (2009), o crescimento impulsionado pelo capitalismo altera os padrões de consumo levando a mudanças comportamentais, sociais e políticas. Para o autor, o crescimento econômico tem contribuído com a sociedade do consumo, que a cada vez mais é atraída por incentivos para continuar consumindo, entre eles: a publicidade, que desperta desejos; o crédito, que fornece os meios; e a obsolescência acelerada, que reduz a vida útil dos produtos (LATOUCHE, 2009).

Para Platiau *et al.* (2005) o uso abusivo dos recursos naturais precisa ser contido de forma a evitar que uma crise seja instaurada. Para os autores, as primeiras discussões em relação ao meio ambiente começaram a surgir a partir da metade do século XX. A tomada de consciência ambiental surgiu a partir de um conjunto de fatores que ganharam forte apoio da opinião pública como: questionamentos em relação às limitações do modelo de desenvolvimento, testes nucleares; e surgimento de movimentos ambientalistas. Algumas iniciativas de conscientização foram tomadas como, por exemplo, a publicação do relatório Brundtland, produzido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1983, que abordou o desenvolvimento sustentável como aquele atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades (PLATIAU, *et al.*, 2005).

Para Costa e Santos (2015, apud FAGGIONATO, 2005) a percepção ambiental é definida como uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, como se auto define, perceber o ambiente que se está localizado, aprendendo a protegê-lo e cuidá-lo da melhor forma. Cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio. O estudo sobre a percepção ambiental é fundamental para compreender as interrelações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas (COSTA; SANTOS, 2015, apud FAGGIONATO, 2005).

Considerar a participação da sociedade como proposta para identificar os problemas ambientais é extremamente relevante para o processo de gestão e formulação de políticas públicas. A percepção da comunidade pode fornecer subsídios na tomada de decisão política (RODRIGUES, et al. 2012).

2.2 Resíduos Sólidos

As atividades desenvolvidas pelos seres vivos resultam na produção de objetos ou substâncias indesejadas que geralmente são denominadas de lixo. Os termos lixo e resíduo são utilizados como sinônimos, mas apresentam significados distintos. Enquanto, o lixo pode ser definido como *“todo e qualquer produto ou material que não possua serventia”*, o resíduo *“é todo e qualquer produto ou material, proveniente de um processo, que ainda pode ter serventia, podendo ser reaproveitado para ser reutilizado ou reciclado”* (MANCINI; FERRAZ; BIZZO, 2012, p. 347).

Essa concepção em relação ao lixo como algo dispensável tem sido reformulada. Para Anne Leonard (2011), *“a ideia de lixo tem a ver com o contexto, e não com o conteúdo propriamente”* (LEONARD, 2011, p. 152). A autora propõe que um objeto é considerado lixo não pelo que é em si, mas por conta do local em que é colocado. A autora sugere que a ideia de lixo está relacionada com a percepção em relação à utilidade dos objetos.

A Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, realizada em Basileia, em 22 de março de 1989, internalizada pelo Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993 e pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 452, de 02 de julho de 2012, define resíduos como *“substâncias ou objetos, a cujo depósito se procede, se propõe proceder-se, ou se está obrigado a proceder-se em virtude do disposto na legislação nacional”* (BRASIL, 1993).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na normativa ABNT NBR 10004, entende-se por resíduos sólidos:

[...] resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p. 1).

O termo resíduo sólido também é definido pela Lei nº 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Conforme a referida lei, em seu art. 3º, inciso XVI, entende-se por resíduos sólidos:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A PNRS classifica os resíduos sólidos quanto à origem e a periculosidade, conforme art. 13º., a saber:

[...]

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a” (BRASIL, 2010).

Nos últimos anos, a produção de resíduos sólidos tem sido um tema amplamente discutido. O crescimento do volume do lixo gerado tem várias consequências negativas:

custos cada vez mais elevados para coleta e tratamento do lixo; dificuldade para encontrar áreas disponíveis para sua disposição final; e grande desperdício de matérias-primas. Quando o lixo é depositado em locais inadequados as consequências podem ser ainda maiores: contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; entupimento de redes de drenagem urbana; enchentes; degradação do ambiente e depreciação imobiliária; e doenças (CONSUMERS INTERNATIONAL; MMA; MEC; IDEC, 2005).

O Relatório do Banco Mundial intitulado *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, publicado em 20 de setembro de 2018, que em tradução livre significa “Que Desperdício 2.0: Uma Visão Global da Gestão de Resíduos Sólidos até 2050”, alerta quanto à produção de resíduos gerados no mundo. De acordo com o relatório estima-se que em 2016 o mundo produziu cerca de 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Os dados apontam que uma pessoa produz em média 0,74 kg de resíduos diariamente, esse valor pode variar de 0,11 a 4,54 kg (THE WORLD BANK, 2018).

Em seu relatório, a organização mundial prevê que o desperdício global poderá atingir 2,59 bilhões de toneladas de resíduos até 2030. Se a produção de resíduos sólidos mantiver o ritmo poderá gerar 3,40 bilhões de toneladas até 2050. A análise do Banco Mundial quanto à geração de resíduos considera dois fatores relevantes: crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e crescimento populacional. Assim, o crescimento populacional e o crescimento econômico contribuem para o aumento da produção de resíduos (THE WORLD BANK, 2018).

De acordo com a publicação “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017”, produzida pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a geração de resíduos sólidos urbanos corresponde a um total anual de 78,4 milhões de toneladas no Brasil. Segundo dados da organização, 91,2% dos resíduos obtiveram cobertura de coleta, o que indica que 6,9 milhões de toneladas de resíduos tiveram destinos inadequados (ABRELPE, 2017).

Considerando a dimensão da produção de resíduos sólidos a níveis nacionais e internacionais torna-se relevante à discussão em relação à gestão desses resíduos. O tratamento adequado dos resíduos representa uma das maiores preocupações, principalmente, devido ao fato de existirem materiais que requerem tratamento especial como, por exemplo, os equipamentos eletrônicos. Se estes forem descartados em locais inapropriados podem causar sérios impactos ambientais devido às características desses resíduos.

2.3 Resíduos Eletrônicos

No Brasil ainda não existe uma legislação específica e direcionada para o lixo eletrônico. Embora o país disponha de uma legislação federal sobre a PNRS, o normativo não apresenta uma definição para lixo eletrônico. Também conhecido como *e-waste* ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) abrangem uma grande quantidade de equipamentos que incluem itens domésticos e comerciais. De acordo com a organização *Solving the e-waste problem* (STEP), lixo eletrônico é “*termo utilizado para definir os itens de todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e suas peças que foram descartados como resíduos sem a intenção de reutilização*” (STEP, 2014).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (*United Nations Environment Programme - UNEP*), os equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) são definidos como “*equipamentos que dependem de correntes elétricas ou campos magnéticos para funcionarem adequadamente*” (UNEP, 2007, p.13). Os resíduos provenientes desses equipamentos têm apresentado um crescimento sem precedentes. De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2019), o lixo eletrônico representa 2% dos fluxos de resíduos sólidos, mas pode representar até 70% dos resíduos perigosos que acabam em aterros.

O *Global E-Waste Monitor 2017*, lançado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), Universidade das Nações Unidas (UNU) e Associação Internacional de Resíduos Sólidos, aponta que, em 2016, foram gerados 44,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico mundialmente, sendo que 6,1 kg corresponde produção por habitante. A Ásia gerou a maior quantidade de lixo eletrônico com 18,2 milhões de toneladas; seguida pela Europa com 12,3 milhões de toneladas; América com 11,3 milhões de toneladas; África com 2,2 milhões de toneladas; e Oceania com 0,7 milhões de toneladas (BALDÉ; FORT; GRAY; KUEHR; STEGMANN, 2017).

De acordo com o *Global E-Waste Monitor 2017*, o continente americano produz 25,3% do lixo eletrônico mundial. Os Estados Unidos é o maior gerador de lixo eletrônico da América, com 6,3 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior gerador, com 1,5 milhão de toneladas, sendo considerado o maior índice entre os países da América Latina. Entre as principais dificuldades em relação ao lixo eletrônico está à falta de regulamentação, o que dificulta os processos de reciclagem. Segundo o relatório, estimasse que apenas 20% do lixo eletrônico gerado é documentado como coletado e reciclado (BALDÉ; FORT; GRAY; KUEHR; STEGMANN, 2017).

Em 2019, o Fórum Econômico Mundial publicou um relatório sob o título *A New Circular Vision for Electronics: Time For a Global Reboot*, que em tradução livre significa “Uma Visão Circular para Eletrônicos: Hora de uma Reinicialização Global”. O relatório aponta que, em 2018, a produção de lixo eletrônico foi de 50 milhões de toneladas. A estimativa é que até 2021 o volume do lixo eletrônico poderá chegar a 52 milhões de toneladas anuais. As previsões vão além e indicam que, em 2050, o volume de lixo poderá chegar a 120 milhões de toneladas por ano (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019).

Considerando o imenso volume de lixo produzido é evidente a necessidade de estabelecer limites ecológicos, devido ao fato do lixo eletrônico conter substâncias perigosas. O Fórum Econômico Mundial (2019) aponta que até 60 elementos da tabela periódica podem ser encontrados em eletrônicos. Portanto, é fundamental reconhecer a necessidade de um gerenciamento que desenvolva o tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

2.3.1 Composições dos resíduos elétricos e eletrônicos e seus efeitos

Para PNUMA (2007), a composição dos resíduos eletrônicos é ampla e diversificada, podendo conter mais de 1000 (mil) substâncias diferentes, classificadas como perigosas e não perigosas. Entre os itens que compõem os REEE estão os metais ferrosos e não ferrosos, plástico, vidro, madeira e compensados, placas de circuito impresso, concreto, cerâmica, borracha, entre outros. As substâncias consideradas perigosas nos REEE são elementos químicos como chumbo, mercúrio, arsênico, cádmio, selênio e retardadores de chamas.

De acordo com o Greenpeace (2005), o lixo eletrônico é transportado internacionalmente para vários destinos onde geralmente são reciclados em oficinas não regulamentadas. Estudos realizados em Gana, China e Índia, indicam que as exposições a produtos químicos decorrentes de resíduos eletrônicos podem ser graves. Para o estudo foram coletadas amostras de locais onde eram realizadas operações de reciclagem de resíduos eletrônicos. Em ambos os países os resultados apresentaram substâncias tóxicas que podem contaminar o local de trabalho e o meio ambiente (GREENPEACE, 2005, 2008).

Na tabela 1 abaixo é apresentado à relação dos principais elementos presentes em REEE e seus principais danos causados à saúde:

Tabela 1 – Elementos Presentes nos REEE e os Principais Danos Causados à Saúde

Elemento	Principais danos causados à saúde
Arsênio	Sintomas gastrointestinais, distúrbios das funções cardiovasculares e do sistema nervoso, diabetes, efeitos reprodutivos, efeitos neurológicos em longo prazo e câncer.
Antimônio	Dermatite, irritação do trato respiratório, interferência no sistema imunológico e cancerígeno.
Berílio	Danos aos pulmões, doença de berílio (efeitos dificuldades de respirar, tosse, dor no peito e batimentos cardíacos acelerados), cancerígeno, morte em casos extremos e dermatite em casos de contato com a pele.
Cádmio	Danos aos rins, sistema respiratório, toxicidade óssea, hipertensão, doenças cardíacas, além de ser considerado cancerígeno.
Cobre	Dor epigástrica e na cabeça, náusea, tontura, taquicardia, dificuldade respiratória e insuficiência renal.
Chumbo	Danos no sistema nervoso e no sistema sanguíneo, impactos nos rins e na reprodução. Em crianças pode resultar em comprometimento intelectual.
Cromo Hexavalente	Danos aos rins e fígado, reações alérgicas na pele e cancerígeno.
Mercúrio	Danos ao sistema nervoso central e nos rins. Também pode aumentar doenças cardiovasculares e cardíacas.
Selênio	Queda de cabelo, patologia das unhas e doenças respiratórias.
Zinco	Desconforto gastrointestinal, náusea e diária.

Fonte: Estudo Recycling of Electronic Wastes in China & India: Workplace & Environmental Contamination (GREENPEACE, 2005); Estudo Toxic Tech: The dangerous chemicals in electronic products (GREENPEACE, 2005) e Environmental Health Criteria (UNEP; ILO; WHO, 1987, 1998, 2001).

Além dos impactos ambientais, o manuseio inadequado do lixo eletrônico representa uma significativa perda de matérias-primas escassas e valiosas como o cobre e o ouro (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019). De acordo com o *Global E-Waste Monitor 2017*, estima-se que, em 2016, o valor total de todas as matérias-primas presentes no lixo eletrônico foi aproximadamente 55 bilhões de euros. Esse valor representa mais do que o Produto Interno Bruto da maioria dos países (BALDÉ; FORT; GRAY; KUEHR; STEGMANN, 2017).

As taxas de reciclagem no mundo ainda são baixas, entretanto, é uma das alternativas viáveis para o gerenciamento do lixo eletrônico, pois possibilita a reintegração dos recursos ao ciclo produtivo, além de contribuir com a geração de empregos. Um dos desafios é criação de políticas públicas que incentivem a reciclagem e a integração de matérias primas em novos produtos.

2.4 Logística Reversa

Para Demajorovic *et al.* (2012) a logística reversa tem ganhado espaço nas discussões sobre gestão ambiental. Entre os fatores que motivaram esse debate estão os avanços nas legislações de diversos países, a motivação pela responsabilidade socioambiental

e a crescente necessidade por vantagens competitivas. De fato, a legislação é um aspecto fundamental para a gestão ambiental. Os países que possuem políticas regulamentadas relativas à proteção ambiental além de exigirem a responsabilização e adequação às normas, também incentivam práticas e ações que evitam danos ambientais.

De acordo com Valle & Souza (2014), a logística reversa representa uma das fases da logística empresarial, que atua no sentido inverso da logística direta, garantindo que os produtos ou seus componentes retornem ao processo de produção. Para os autores, a logística reversa é uma ferramenta que pode proporcionar ganhos ambientais, sociais e econômicos.

Na definição de Leite (2009), logística reversa engloba diversos valores, a saber:

Entendemos a logística reversa como área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, de prestação de serviços, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros (LEITE, 2009, p. 17).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), em seu art. 3º, inciso XII, define logística reversa como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a PNRS representa um marco na legislação federal, dando início a uma forte articulação entre os três entes da federação: União, Estados e Municípios. Tendo como um dos principais instrumentos a responsabilidade compartilhada entre os atores envolvidos no ciclo de vida dos produtos. De forma a garantir a destinação ambientalmente adequada, ou seja, contribui com a destinação dos resíduos a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e ao aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) (BRASIL, 2010).

De acordo com a PNRS, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, seus resíduos e

embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

A PNRS também prevê a prática de hábitos sustentáveis ao apresentar uma sequência para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, que inicia com a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Embora apresente incontáveis benefícios, a logística reversa é uma área pouco explorada. Estudos apontam que existem inúmeras dificuldades quanto à implantação da logística reversa no país. Para Demajorovic *et al.* (2011), entre as dificuldades está o fato das empresas acreditarem que os processos de operacionalização geram custos altos, além da falta de campanhas efetivas de conscientização. Em seu estudo sobre “Logística Reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares?”, os resultados evidenciaram que as empresas investigadas não estavam alinhadas com a legislação vigente (DEMAJOROVIC; HUERTAS; BOUERES; SILVA; SOTANO, 2011).

A logística reversa está inserida no contexto social e ambiental. Ao adotar a logística reversa, as empresas transmitem uma imagem corporativa positiva quanto à responsabilidade ética em relação ao desenvolvimento sustentável. Da mesma forma espera-se reflexão dos consumidores sobre o impacto que os produtos consumidos podem causar no meio ambiente.

2.5 Acordo Setorial

Os acordos setoriais são “*ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto*” (BRASIL, 2010). O acordo setorial tem sido um importante instrumento no processo de implantação da logística reversa, uma vez que possibilita a participação dos atores envolvidos.

Em 2019, o Ministério do Meio Ambiente disponibilizou para consulta pública a proposta de acordo setorial para a implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que determina que os fabricantes, os importadores, os distribuidores e os comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes são obrigados a estruturar e

implementar sistemas de logística reversa. A consulta pública teve duração de 30 dias e as contribuições foram recebidas até o dia 30 de agosto de 2019 (MMA, 2019).

Após a consulta pública, em 31 de outubro 2019, o Ministério do Meio Ambiente finalmente assinou o Acordo Setorial com as entidades representativas do setor: Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação (ABRADISTI), Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação (ASSESPRO NACIONAL) e Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (GREEN ELETRON) (MMA, 2019).

O objetivo do Acordo é a estruturação, implementação e operacionalização de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletrônicos e seus Componentes de Uso Doméstico colocados no mercado interno. Para implementação do Acordo são previstas duas fases: Fase 1, com início após assinatura e publicação do extrato do Acordo e encerramento no dia 31/12/2020; e Fase 2, que será iniciada em 01/01/2021. O Acordo estabelece como meta que nos próximos 5 anos 400 cidades sejam atendidas pelo sistema. No quinto ano de implantação do sistema deverá ser coletado e destinado de forma ambientalmente adequada 17% dos produtos eletroeletrônicos (MMA, 2019).

Para Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), além do Acordo atender às exigências legais, também traz segurança jurídica às empresas, demonstrando o comprometimento do setor privado com os cidadãos, a fim de propiciar uma forma eficiente de descartar seus produtos usados de maneira ambientalmente adequada (ABINEE, 2019).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este capítulo descreve a metodologia adotada no desenvolvimento da pesquisa bibliográfica e os procedimentos utilizados tanto na coleta como na análise de dados. Dessa forma, para atingimento dos objetivos propostos, a pesquisa foi estruturada com as seguintes fases: pesquisa bibliográfica e documental; identificação dos atores envolvidos no processo decisório; realização de *brainstorming*; grupo focal; aplicação de questionário; e análise dos dados utilizando o MCDA-C.

3.1 Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa

O estudo é caracterizado como exploratório-descritivo, uma vez que, tem como objetivo levantar opiniões da comunidade acadêmica em relação ao gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos, bem como aprofundar o conhecimento sobre o problema de pesquisa, de forma a torná-lo mais explícito (GIL, 2018).

No que se refere à abordagem metodológica, a pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa. De acordo com Cooper e Schindler (2016), a abordagem qualitativa baseia-se na imersão do pesquisador no fenômeno a ser estudado, buscando entendimento e interpretação sobre o estudo. Essa abordagem é utilizada tanto no levantamento de dados como na estruturação da pesquisa. A abordagem quantitativa, por sua vez, procura fazer uma mensuração precisa de algo, sendo que, normalmente, mede comportamento, conhecimento, opinião ou atitude do consumidor (COOPER; SCHINDLER, 2016). Essa dimensão se dá na fase de avaliação dos dados dos questionários aplicados para avaliar a percepção da comunidade acadêmica, por meio do modelo MCDA-C.

Em relação aos procedimentos para a coleta de dados, a pesquisa utilizou fontes de dados primários e secundários. No que tange aos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como bibliográfica, na medida em que utiliza materiais já publicados (GIL, 2018). As fontes bibliográficas utilizadas nesta pesquisa foram coletadas durante o período de setembro a novembro de 2019 e foram extraídas a partir de livros, artigos científicos, legislações, relatórios e publicações de organizações governamentais, privadas e sem fins lucrativos. O acesso aos dados ocorreu mediante consulta em biblioteca convencional e eletrônica, pesquisas em bases de dados online como Google Acadêmico e Periódicos CAPES, além de pesquisas em sites na internet.

3.2 População e amostra ou participantes da pesquisa

Para Cooper e Schindler (2016), a ideia de amostragem é que ao selecionar alguns elementos em uma população, é possível tirar conclusões sobre toda a população. O elemento da população pode ser uma pessoa e a população é o conjunto completo de pessoas sobre os quais se deseja fazer inferências. Ao avaliar a percepção sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos, foi definida como população de interesse deste estudo a comunidade acadêmica da Universidade de Brasília (UNB).

A comunidade acadêmica é constituída por docentes, discentes e servidores técnico administrativos, diversificados em suas atribuições e funções, unidos na realização das finalidades essenciais: o ensino, a pesquisa e a extensão (UNB, 2019). No entanto, esta pesquisa considerou como comunidade acadêmica apenas os Departamentos diretamente relacionados ao tema discutido no trabalho. A população definida corresponde 1956 pessoas, que representa o número de alunos matriculados nos cursos de interesse, conforme levantamentos do Anuário Estatístico 2019, da UNB. O quadro 1 ilustra a população da comunidade acadêmica definida neste trabalho, bem como as unidades acadêmicas que participaram da pesquisa.

Quadro 1 – População de Interesse

Unidade Acadêmica	Nº Alunos
Centro Desenvolvimento sustentável (CDS)	137
Administração PPGA	160
Ciências Ambientais	382
Ciências Naturais	417
Educação do Campo	307
Gestão Ambiental	272
Gestão do Agronegócio	281
Total	1956

Fonte: Anuário Estatístico UNB (2019).

Para determinar a amostra foi utilizada a fórmula ilustrada na figura 1. A partir do cálculo constatou-se que, considerando uma população com 1956 pessoas, erro amostral de 9%, e nível de confiança 90%, seriam necessários à coleta de 81 questionários. Ao todo foram coletados 87 questionários.

Figura 1 – Fórmula do Cálculo Amostral

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Fonte: Santos (2019).

O questionário eletrônico foi encaminhado por e-mail aos alunos do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), do Curso de Graduação em Ciências Ambientais e dos cursos de Graduação da Faculdade de Planaltina da UNB.

3.3 Caracterização e descrição da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista – MCDA-C

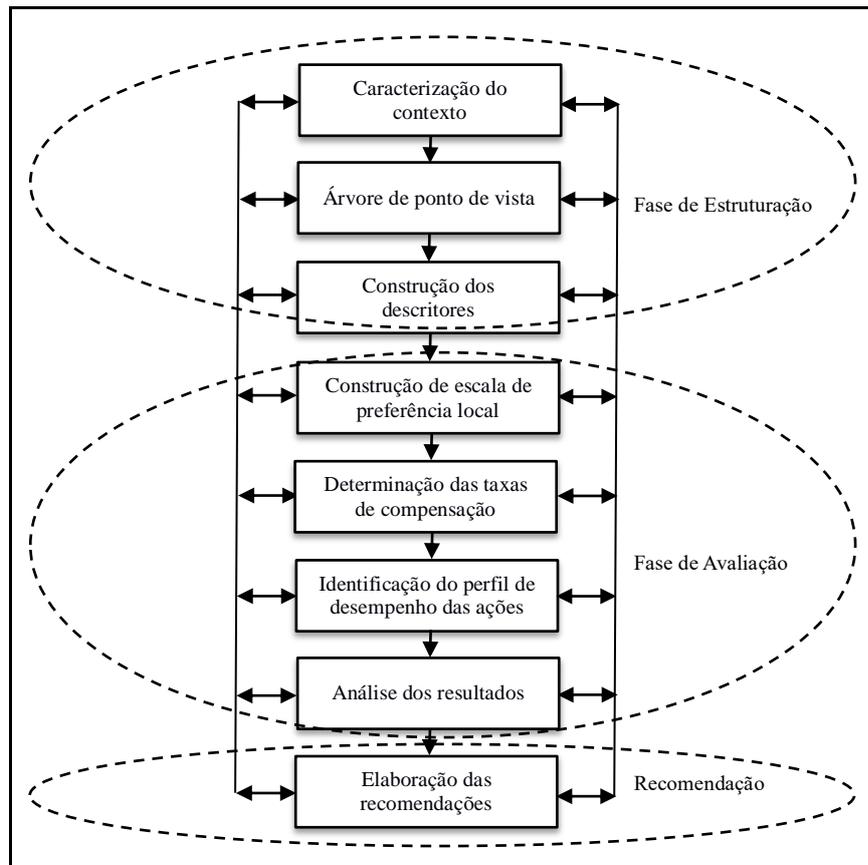
A Metodologia de Multicritério de Apoio a Decisão Construtivista (MCDA-C) surge como uma ramificação da MCDA tradicional, para apoiar decisores em situações complexas (ENSSLIN, *et al.*, 2010). Para Ensslin *et al.* (2001), os métodos de resolução de problemas tradicionais, propostos pela área de Pesquisa Operacional, buscam soluções racionais e excluem os aspectos subjetivos envolvidos no processo decisório. Em meio às críticas em relação ao modelo estabelecido, a partir dos anos 80, emergem trabalhos que passaram a reconhecer a subjetividade nos processos de apoio à decisão, são exemplos os estudos de Roy (1996) e Landry (1995), Skinner (1986) e Keeney (1992), Bana e Costa (1993), dentre outros (ENSSLIN *et al.*, 2010).

Para Ensslin *et al.* (2010), a distinção entre a metodologia MCDA tradicional e a MCDA-C consiste no fato da primeira utilizar a lógica racionalista, enquanto que a segunda utilizar a lógica de pesquisa construtivista. Enquanto o paradigma racionalista refere-se à exigência de que os decisores sejam racionais, neutros quanto aos seus valores pessoais nas tomadas de decisões. O paradigma construtivista tem como pressuposto que as pessoas constroem continuamente representações conforme percebem a realidade, ou seja, cada pessoa tem uma visão subjetiva em relação a um problema (ENSSLIN, *et al.*, 2001).

A metodologia MCDA-C foi escolhida como ferramenta para avaliar a percepção sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos devido à complexidade do tema. Ademais, a metodologia MCDA-C constitui um instrumento adequado, pois fornece apoio ao processo decisório devido sua capacidade de geração de conhecimentos aos decisores a partir do paradigma construtivista (ENSSLIN, *et al.*, 2001).

A figura 2 ilustra o processo da metodologia MCDA-C, que é realizado por meio de três fases diferenciadas, mas intrinsecamente correlacionadas: estruturação do contexto decisório; avaliação das ações; e recomendações para ações de melhoria (ENSSLIN, *et al.*, 2010).

Figura 2 - Fases da Metodologia MCDA-C



Fonte: Adaptado ao estudo de Ensslin *et al.* (2010) apud Ensslin, Dutra & Ensslin (2000).

3.4 Estruturação do MCDA-C

Neste tópico serão apresentados alguns conceitos importantes relacionados ao MCDA-C, além de descrever como o método foi estruturado e organizado durante a pesquisa.

3.4.1 Rótulo e atores envolvidos no processo de decisão

Na estruturação de uma pesquisa é preciso estabelecer um rótulo para delimitar o contexto decisório e concentrar nos aspectos mais relevantes. O rótulo descreve o problema que o facilitador irá apoiar a resolução (ENSSLIN, *et al.*, 2001). Para este estudo, o rótulo foi definido como: avaliar a percepção da comunidade acadêmica sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos.

Segundo Ensslin *et al* (2001), os atores referem-se ao termo utilizado para designar todos aqueles que estão envolvidos direta ou indiretamente no processo decisório. Os atores podem ser distinguidos em: intervenientes (decisores, representantes e facilitadores), que

participam diretamente do processo decisório; e agidos, que sofrem de forma passiva as consequências da decisão tomada. Os atores decisores deste estudo são os gestores especialistas da área ambiental e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Os atores agidos são representados pela comunidade acadêmica da UNB.

3.4.2 *Brainstorming*

Para esta pesquisa foram realizados 3 (três) *brainstorming* com pelo menos 2 (dois) decisores para identificação dos elementos primários de avaliação (EPAs). Os decisores possuíam formação diversificada (graduação, mestrado e doutorado) e experiência na área de resíduos sólidos e/ou logística reversa.

Para obter os EPAs foram seguidos os procedimentos citados por Ensslin *et al.* (2001), que consiste em: “*todos os EPAs que vêm à mente devem ser expressados; deseja-se quantidade, portanto quanto mais EPAs aparecerem melhor; evitam-se críticas às ideias pronunciadas; e pode-se melhorar e combinar ideias já apresentadas*” (ENSSLIN, *et al.*, 2001, 79).

3.4.3 Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)

Na etapa de *brainstorming* foram levantados 43 Elementos Primários de Avaliação (EPAs) junto aos decisores. Todos os EPAs foram identificados e organizados levando em consideração os objetivos propostos na pesquisa. A organização dos EPAs levou a construção dos Pontos de Vista Fundamentais (PVF), que representam os aspectos, dentro do contexto decisório, que os decisores consideram essenciais no processo de decisão (ENSSLIN, *et al.*, 2001).

Para compreender melhor um PVF é preciso avaliar os Pontos de Vista Elementares (PVE), que são as características que deram origem aos PVF. De acordo com Ensslin *et al.* (2001), os PVE decompõem um PVF, permitindo melhor avaliação da performance das ações potenciais no ponto de vista considerado, permitindo melhor compreensão do que um PVF pretende considerar.

3.4.4 Definição do descritor

Para Ensslin *et al.* (2001), o descritor pode ser definido como níveis de impacto que permitem avaliar um Ponto de Vista Fundamental (PVF). Os descritores indicam a preocupação do decisor em relação ao contexto decisório. O melhor nível deve ser considerado pelos decisores a situação viável, já o pior nível é aquele que os decisores consideram a pior situação admissível. Para esta pesquisa foi definido cinco níveis de impacto para o descritor, conforme performance demonstrado na figura 3.

Figura 3 – Descritor dos Pontos de Vista Elementares (PVE)

Nível de Impacto	Descritor	
N5	Muito Satisfatório	} Dentro das expectativas
N4	Satisfatório	
N3	Pouco Satisfatório	} Abaixo das expectativas, mas aceitável
N2	Indiferente	
N1	Insatisfatório	} Fora das expectativas

Fonte: Elaboração própria (2020).

3.4.5 Grupo Focal

Durante a pesquisa foi realizado um grupo focal com especialistas no assunto para validar os dados levantados no brainstorming. O grupo focal é um grupo de pessoas liderado por um moderador treinado, que conduz o grupo a discutir ideias e compartilhar experiências acerca de um tema específico (COOPER; SCHINDLER, 2016). O grupo focal tinha como propósito discutir os Pontos de Vistas Fundamentais (PVF) e Pontos de Vista Elementares (PVE), bem como propor recomendações de forma a enriquecer o estudo.

Durante a realização do grupo focal, os participantes interpretaram situações de formas diferentes, o que ocasionou a convergência e divergência de opiniões em alguns aspectos. No entanto, após intermediação do moderador (pesquisador) foi estabelecido um consenso entre os membros, o que possibilitou a consolidação dos conceitos. Os participantes do grupo focal sugeriram pequenas alterações, que após reflexões foram acatadas, tendo em vista o aperfeiçoamento dos conceitos por contribuir com a clareza dos tópicos.

Após unir os conceitos foram definidas as taxas de substituição dos PVFs e PVEs com base nas perspectivas dos especialistas presentes. De acordo com Ensslin *et al.* (2001), as taxas de substituição expressam a perda de performance que uma ação potencial deve sofrer em um critério para compensar o ganho de desempenho em outro. Dessa forma, o grupo focal

estabeleceu os parâmetros para cada um dos 5 (cinco) PVFs, bem como seus respectivos PVEs. A soma das taxas de substituição dos PVFs, bem como dos PVE totalizam 100%.

Por último foi definido o nível de esforço para cada Ponto de Vista, que corresponde ao esforço que cada critério possui ao mudar de um nível para outro. Na tabela 2 abaixo é apresentado os Pontos de Vista Fundamentais (PVF), os Ponto de Vista Elementares (PVE) e suas respectivas Taxas de Substituição e Nível de Esforço.

Tabela 2 – PVF, PVE, Taxa de Substituição e Nível de Esforço

PVF (Pontos de Vista Fundamentais)	PVE (Ponto de Vista Elementar)	Maior Esforço entre os PVE	Maior Esforço do PVF
Logística Reversa 15%	Logística reversa de pós-venda (produtos problemas de qualidade e/ou defeitos de fabricação) 10%	5	4
	Pontos de coleta e/ou serviços de coleta 30%	4	
	Armazenagem 20%	2	
	Estação de reciclagem 25%	1	
	Separação dos resíduos 15%	3	
Mobilização Social 25%	Participação dos consumidores 10%	3	2
	Cultura ambiental 20%	1	
	Ação conjunta entre órgãos governamentais 30%	2	
	Conscientização na mídia 25%	4	
	Transparência e acesso à informação sobre o correto descarte de resíduos eletrônicos 15%	5	
Política e Legislação 30%	Necessidade de uma política com diretriz específica 30%	1	1
	Implementação/acompanhamento de Acordos Setoriais 20%	2	
	Monitoramento dos processos das unidades federativas em relação ao tratamento desses resíduos 15%	4	
	Incentivos fiscais 15%	5	
	Responsabilidade compartilhada entre os atores envolvidos no ciclo de vida do produto 20%	3	
Fator Econômico 20%	Valor potencial das matérias-primas no lixo eletrônico 15%	4	3
	Instrumentos econômicos para o correto descarte 20%	3	
	Criação de empregos 25%	6	
	Obsolescência programada 10%	2	
	Inviabilidade de consertos dos aparelhos 10%	5	
	Incorporação de tecnologia para reciclagem 20%	1	
Vulnerabilidade e Ameaça 10%	Segurança quanto aos produtos químicos 15%	4	5
	Segurança quanto às substâncias perigosas 20%	3	
	Proteção à exposição dos trabalhadores (EPIs) 30%	5	
	Existência de consciência quanto aos riscos 25%	1	
	Disponibilidade de armazenagem de itens frágeis 10%	2	

Fonte: Elaboração própria (2020).

3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados

Para coleta de dados foi utilizado uma ferramenta online denominada Survey Monkey. A ferramenta possibilitou o compartilhamento do questionário eletrônico estruturado

com 10 questões elaboradas a partir dos critérios definidos durante o grupo focal. A primeira parte do questionário dispõe de informações sociodemográficas, a fim de verificar o perfil dos participantes. Já a segunda parte, corresponde a uma escala contendo 5 (cinco) classificações (muito satisfatório, satisfatório, pouco satisfatório, indiferente e insatisfatório), para avaliar os critérios percebidos pelos participantes da pesquisa em relação ao gerenciamento de resíduos eletrônicos.

O questionário utilizado nesta pesquisa foi encaminhado por e-mail para lista geral de departamentos específicos e ficou disponível para visualização durante o período de 26/11/2019 a 30/04/2020. Para análise dos dados do questionário foi utilizado o *software* MyMCDA-C, desenvolvido como apoio para análise de decisão multicritério. A ferramenta possibilitou a conversão dos dados em representações gráficas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na coleta de dados, por meio do questionário online, bem como analisá-los mediante a metodologia de multicritério.

4.1 Análises do perfil dos participantes da pesquisa

Para avaliar o perfil dos participantes foram apresentados 5 (cinco) dados sociodemográficos: gênero; nível escolar; tempo de experiência na área ambiental; e nível hierárquico das atividades ambientais desempenhadas. Na análise, observa-se que o percentual de participantes do gênero feminino foi superior ao masculino. Quanto ao nível de escolaridade, 41,50% possuem nível superior, seguido de 32,20% com mestrado, 9,20% com doutorado, 8,00% possuem pós-graduação e 8,00% possuem apenas o ensino médio. No que se refere ao nível de experiência, observa-se que 56,30% possuem menos de 3 anos de experiência na área ambiental. O nível das atividades desempenhadas ficou diversificado: 32,20% atuam no nível estratégico; 18,40% no nível tático; e 37,90% no nível operacional. Destaca-se que, na análise das variáveis sociodemográficos houve um percentual de participantes que não informaram os dados.

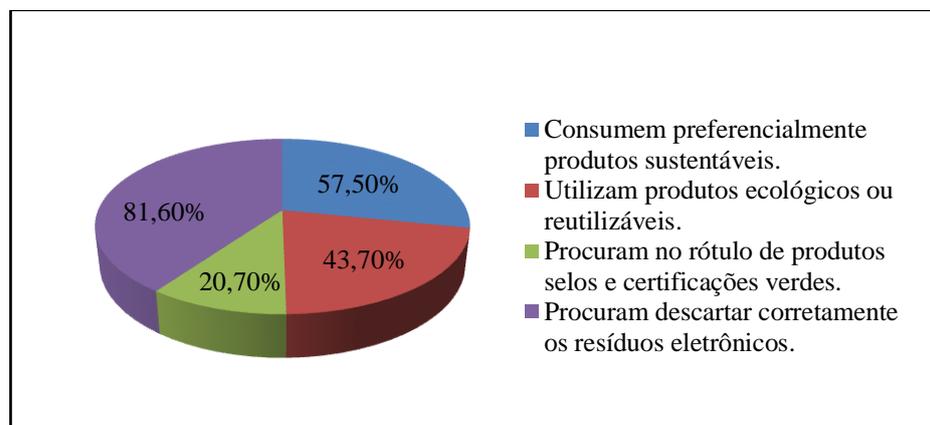
Quadro 2 - Distribuição dos Dados Sociodemográficos dos Participantes

Variáveis sociodemográficos	Nº	%
Gênero		
Feminino	47	54,10
Masculino	40	45,90
Nível Escolar		
Fundamental	0	0
Médio	7	8,00
Superior	36	41,50
Pós-Graduação	7	8,00
Mestrado	28	32,20
Doutorado	8	9,20
Não informou	1	1,10
Tempo de experiência na área ambiental		
Menos de 3 anos	49	56,30
4 a 8 anos	24	27,60
Mais de 8 anos	9	10,40
Não informou	5	5,70
Nível hierárquico das atividades ambientais desempenhadas		
Estratégico	28	32,20
Tático	16	18,40
Operacional	33	37,90
Não informou	10	11,50

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos questionários (2020).

Considerando a relevância da adoção de práticas e ações ambientais, foi solicitado aos participantes da pesquisa que indicassem quais das 4 (quatro) atividades ambientais sugeridas eram adotadas, sendo que ao escolher por uma não exclui a possibilidade das demais. O gráfico 1 demonstra as atividades praticadas pelos participantes, bem como a porcentagem para cada ação ambiental adotada. Ressalta-se que 81,60% dos participantes procuram descartar corretamente os resíduos eletrônicos e 57,50% consomem preferencialmente produtos sustentáveis. Infere-se dos resultados que os participantes julgam as ações importantes, pois procuram praticá-las.

Gráfico 1 – Atividades Ambientais Praticadas pelos Participantes



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos questionários (2020).

4.2 Análises dos critérios de gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos

A percepção da comunidade acadêmica sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos foi avaliada por meio de 6 (seis) critérios gerais: logística reversa; mobilização social; política e legislação; fator econômico, e vulnerabilidade e ameaça. Cada critério principal apresentou um conjunto de subcritérios, ao todo foram avaliados 26 subcritérios.

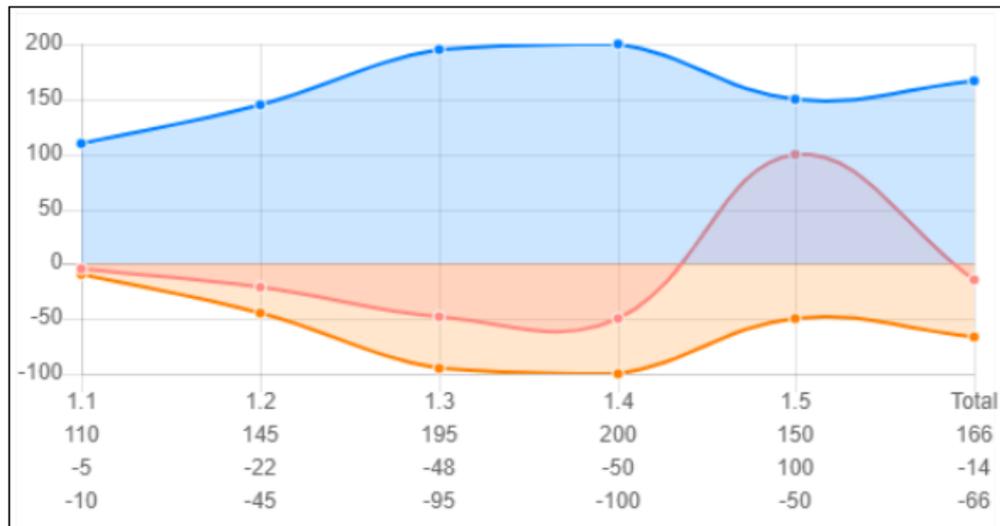
A etapa de avaliação consiste na construção do modelo a partir da estruturação das contribuições do grupo focal em relação à taxa de substituição e ao nível de esforço dos critérios. Para tanto, foi utilizando o *software* MyMCDA-C, que permitiu a visualização do desempenho para cada critério. Os gráficos de 2 a 6 apresentam a pontuação da ação potencial para cada critério avaliado, no qual a linha vermelha indica os níveis percebidos, enquanto a linha azul indica os níveis máximos, e a linha laranja os níveis mínimos. No eixo horizontal encontram-se os subcritérios, enquanto no eixo vertical indica o desempenho dos critérios.

4.2.1 Logística Reversa

O primeiro critério, logística reversa, apresentou 5 (cinco) subcritérios: (1.1) logística reversa de pós-venda (produtos problemas de qualidade e/ou defeitos de fabricação); (1.2) pontos de coleta e/ou serviços de coleta; (1.3) armazenagem; (1.4) estação de reciclagem; e (1.5) separação dos resíduos. O gráfico 2 ilustra o resultado para a logística reversa, que obteve -14 pontos na avaliação percebida, 166 pontos no desempenho máximo, e -66 pontos no desempenho mínimo. O resultado indica que o desempenho para a maioria dos subcritérios de logística reversa encontra-se entre o nível pouco satisfatório ou indiferente. Apenas um subcritério apresentou um desempenho satisfatório, no caso (1.5) separação dos resíduos, indicando 100 pontos na escala.

A avaliação positiva para o subcritério (1.5) separação dos resíduos pode ter relação com a implantação da Coleta Seletiva pelo Serviço de Limpeza Urbana (SLU), que consiste no recolhimento de materiais recicláveis que não podem ser misturados com resíduos orgânicos. O projeto contribuiu com a conscientização da comunidade para a prática de separação de resíduos. Assim, reforça a responsabilidade compartilhada, o que não ocorre nos demais subcritérios.

Gráfico 2 - Desempenho do Critério Logística Reversa



Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

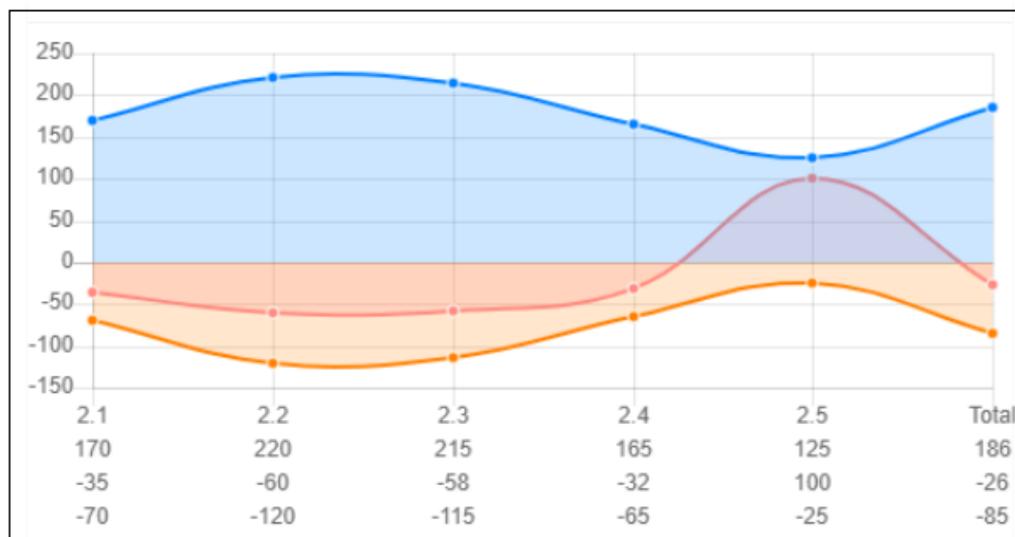
A partir dessa análise, observa-se que o desempenho percebido (linha vermelha) está abaixo das expectativas, pois a maioria dos subcritérios apresenta desempenho próximo dos valores -66 pontos, que são considerados valores mínimos (linha laranja). Para um possível aperfeiçoamento das performances seria necessário melhorar as avaliações das ações

definidas nos subcritérios de logística reversa. Dessa forma, proporcionaria um desempenho melhor para os critérios. Ao elevar o desempenho dos critérios de -14 para 166 pontos, ou para valores próximos, o desempenho corresponderia aos valores considerados máximos (linha azul) e estariam dentro das expectativas.

4.2.2 Mobilização Social

A avaliação do critério mobilização social compreende 5 (cinco) subcritérios: (2.1) participação dos consumidores; (2.2) cultura ambiental; (2.3) ação conjunta entre órgãos governamentais; (2.4) conscientização na mídia; e (2.5) transparência e acesso à informação sobre o correto descarte de resíduos eletrônicos. O gráfico 3 demonstra o resultado para este critério, que obteve -26 pontos na avaliação percebida, 186 pontos no desempenho máximo, e -85 pontos no desempenho mínimo. Para este critério o resultado indica que o desempenho percebido está mais próximo do valor -85, equivalente ao desempenho mínimo (linha laranja), do que o valor 186, que corresponde ao desempenho máximo (linha azul).

Gráfico 3 - Desempenho do Critério Mobilização Social



Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

A avaliação dos subcritérios reflete um desempenho entre o nível indiferente e o nível insatisfatório. O resultado indica um desempenho está bem abaixo do nível considerado máximo. Apenas um critério apresentou um desempenho satisfatório, no caso (2.5) transparência e acesso à informação sobre o correto descarte de resíduos eletrônicos, indicando 100 pontos na escala, apenas 25 pontos de diferença do desempenho máximo.

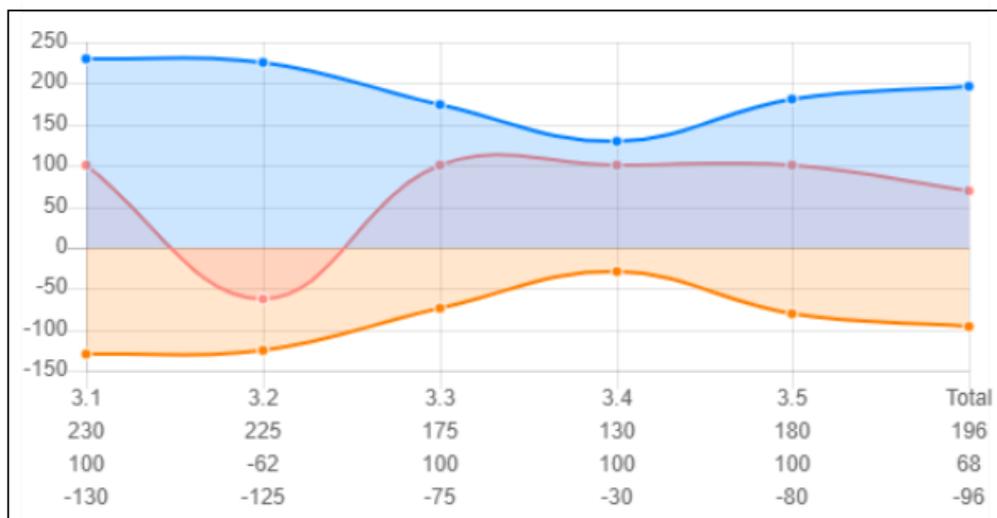
Os critérios relacionados à mobilização social são considerados fatores críticos e carecem de melhorias. Observa-se que, embora os participantes da pesquisa julguem satisfatório o critério relacionado à transparência quanto ao acesso à informação, entretanto, quando questionado sobre as ações implementadas e a responsabilização conjunta relacionada ao gerenciamento de resíduos suas expectativas diminuem drasticamente.

Atualmente os órgão e entidades responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental têm fornecido informações sobre suas ações e programas. O MMA, por exemplo, tem desenvolvido e divulgado diversas campanhas como a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que tem como objetivo estimular os órgãos públicos a implementarem práticas de sustentabilidade. Percebe-se que existe transparência de informações, entretanto, as campanhas não são percebidas como efetivas pelos participantes da pesquisa.

4.2.3 Política e Legislação

O terceiro critério foi dividido em 5 (cinco) subcritérios: (3.1) necessidade de uma política com diretriz específica; (3.2) implementação/acompanhamento de Acordos Setoriais; (3.3) monitoramento dos processos das unidades federativas em relação ao tratamento desses resíduos; (3.4) incentivos fiscais; e (3.5) responsabilidade compartilhada entre os atores envolvidos no ciclo de vida do produto. O gráfico 4 ilustra o resultado para este critério, que obteve 68 pontos na avaliação percebida, 196 pontos no desempenho máximo, e -96 pontos no desempenho mínimo.

Gráfico 4 - Desempenho do Critério Política e Legislação



Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

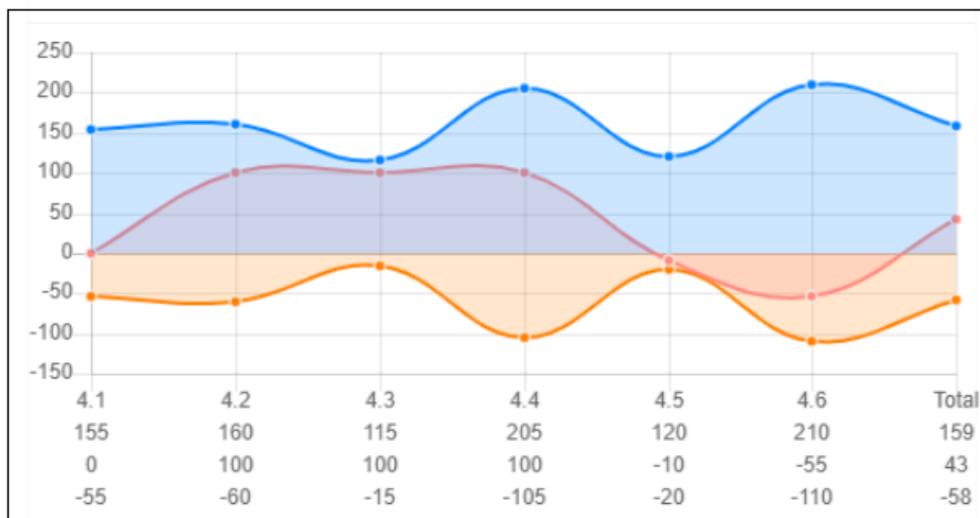
Em comparação com os dois primeiros critérios avaliados, este critério obteve o melhor desempenho apresentando, ou seja, dentro das expectativas e com valor percebido próximo do desempenho máximo (linha azul). Essa avaliação pode ter relação com o contexto do país, que atualmente dispõe de um extenso conjunto de atos normativos que regulamentam a legislação ambiental. Dessa forma, observa-se que na percepção dos participantes, as diretrizes estabelecidas pelas políticas e legislações atendem aos objetivos propostos.

O resultado indica que o desempenho para a maioria dos subcritérios de política e legislação encontra-se entre o nível satisfatório. Apenas um critério apresentou um desempenho insatisfatório, no caso (3.2) implementação/acompanhamento de Acordos Setoriais, indicando -62 pontos na escala. Cabe ressaltar que, o Acordo Setorial para implantação da logística reversa de produtos eletroeletrônicos foi assinado em 31 de outubro 2019. Portanto, trata-se de um instrumento implementado recentemente, o que pode ter interferido na avaliação dos participantes da pesquisa, consequentemente impactado no desempenho do critério.

4.2.4 Fator Econômico

A avaliação do critério fator econômico apresentou 6 (seis) subcritérios: (4.1) valor potencial das matérias-primas no lixo eletrônico; (4.2) instrumentos econômicos para o correto descarte; (4.3) criação de empregos; (4.4) obsolescência programada; (4.5) inviabilidade de consertos dos aparelhos; e (4.6) incorporação de tecnologia para reciclagem. O gráfico 5 indica o resultado para este critério, que obteve 43 pontos na avaliação percebida, 159 pontos no desempenho máximo, e -58 pontos no desempenho mínimo. A partir da análise observa-se que o desempenho final percebido está situado entre o nível satisfatório e indiferente. Outra observação importante é a disparidade das ações avaliadas, pois este critério apresentou a maior variação entre seus subcritérios.

Gráfico 5 - Desempenho do Critério Fator Econômico



Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

A análise dos subcritérios variou entre três níveis: satisfatório, pouco satisfatório, e indiferente. Os subcritérios (4.1) valor potencial das matérias-primas no lixo eletrônico e (4.5) inviabilidade de consertos dos aparelhos, em que apresentou desempenho com valores próximos do desempenho mínimo (linha laranja) encontram-se no nível pouco satisfatório. Já os subcritérios (4.2) instrumentos econômicos para o correto descarte, (4.3) criação de empregos, e (4.4) obsolescência programada, obtiveram desempenho próximo do máximo (linha azul) e encontram-se no nível satisfatório. O último subcritério avaliado, (4.6) incorporação de tecnologia para reciclagem, obteve a pior pontuação, com desempenho considerado no nível indiferente.

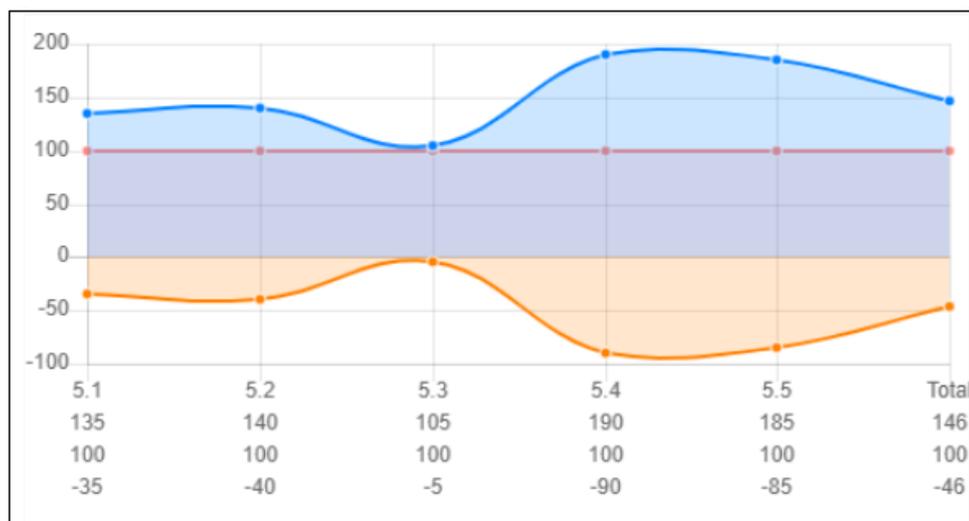
Os subcritérios que obtiveram avaliação negativa podem ter relação com os custos atrelados às ações desenvolvidas. É comum a inviabilidade do conserto de equipamentos eletrônicos, pois normalmente os custos atrelados ao conserto extrapolam os benefícios, conseqüentemente, esses aparelhos acabam sendo descartados em lugares inadequados ao invés de retornarem ao ciclo produtivo. Uma das razões é que o país dispõe de poucas tecnologias para reciclagem desses resíduos. Isso se deve a dois fatores: complexidade das tecnologias e altos custos envolvidos.

4.2.5 Vulnerabilidade e Ameaça

A avaliação do critério vulnerabilidade e ameaça apresentou 5 (cinco) subcritérios: (5.1) segurança quanto aos produtos químicos; (5.2) segurança quanto às substâncias

perigosas; (5.3) proteção à exposição dos trabalhadores (EPIs); (5.4) existência de consciência quanto aos riscos; e (5.5) disponibilidade de armazenagem de itens frágeis. O gráfico 6 ilustra o resultado para este critério, que obteve 100 pontos na avaliação percebida, 146 pontos no desempenho máximo, e -46 pontos no desempenho mínimo. Este critério foi o melhor avaliado pelos participantes da pesquisa, com desempenho próximo do máximo (linha azul).

Gráfico 6 - Desempenho do Critério Vulnerabilidade e Ameaça



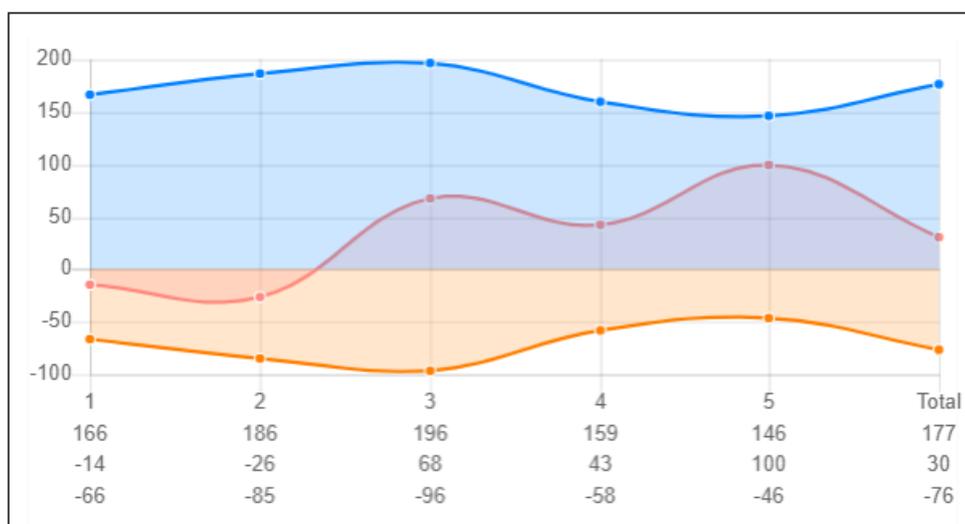
Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

Na análise o desempenho dos subcritérios está dentro das expectativas, pois todos os itens avaliados obtiveram desempenho de 100 pontos, o que indica que os subcritérios encontram-se no nível satisfatório. Entre os subcritério, o melhor avaliado foi o (5.3) proteção à exposição dos trabalhadores (EPIs), indicando 5 pontos de diferença do desempenho máximo (linha azul).

4.3 Análise do desempenho global dos critérios

Após análise dos critérios verifica-se que a percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília em relação ao gerenciamento de resíduos eletrônicos é avaliada positivamente, pois obteve desempenho entre os níveis satisfatório e indiferente. É importante mencionar que nenhum dos critérios apresentou desempenho muito satisfatório ou insatisfatório. O gráfico 7 ilustra o comparativo entre os critérios gerais e indica o valor final para o desempenho, que apresentou 30 pontos na avaliação percebida, 177 pontos no desempenho máximo, e -76 pontos no desempenho mínimo.

Gráfico 7 – Desempenho Global dos Critérios



Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

Os dois primeiros critérios “Logística Reversa” e “Mobilização Social” foram os piores critérios avaliados, apresentando, respectivamente, -14 e -26 pontos, o que indica desempenho entre o nível pouco satisfatório e indiferente. Portanto estes critérios têm um impacto mais negativo na percepção da comunidade acadêmica. Para um possível aperfeiçoamento seria necessário melhorar as ações definidas nos subcritérios. O terceiro critério, “Política e Legislação”, foi o segundo mais bem avaliado com 68 pontos, o que indica um desempenho satisfatório. O quarto critério, “Fator Econômico”, obteve desempenho entre o nível satisfatório e o nível indiferente. Por último, “Vulnerabilidade e Ameaça” foi o critério melhor avaliado e obteve desempenho de 100 pontos, o que indica um nível satisfatório, ou seja, dentro das expectativas.

O quadro 3 indica a matriz semântica do desempenho global dos critérios, com os valores percebidos, mínimos e máximos.

Quadro 3 – Matriz Semântica do Desempenho Global dos Critérios

Avaliação do Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos			
Critérios Gerais	Máximo	Desempenho	Mínimo
Logística Reversa	166	-14	-66
Mobilização Social	186	-26	-85
Política e Legislação	196	68	-96
Fator Econômico	159	43	-58
Vulnerabilidade e Ameaça	146	100	-46
Total	177	30	-76

Fonte: Elaboração própria com base no *software* MyMCDA (2020).

O quadro 4 ilustra a matriz semântica dos critérios que apresenta o descritor de referência, o nível de impacto correspondente, e os valores associados que estão representados na escala.

Quadro 4 - Matriz Semântica para os Critérios Analisados

Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Escala
N5	Muito Satisfatório	177
N4	Satisfatório	100
N3	Pouco Satisfatório	0
N2	Indiferente	-38
N1	Insatisfatório	-76

Fonte: Elaboração própria (2020).

4.3 Atendimento aos objetivos específicos propostos

Os resultados foram obtidos a partir da percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília sobre o gerenciamento de resíduos eletrônicos. Com base nas discussões apresentadas no capítulo 4, foram cumpridos todos os objetivos específicos propostos. O quadro 5 demonstra o conjunto de resultados obtidos e as respectivas localizações com referência nos itens do trabalho.

Quadro 5 - Objetivos Específicos Propostos e Alcançados

Objetivos	Resultados	Localização
Verificar quais são práticas sustentáveis adotadas pela comunidade acadêmica;	A comunidade acadêmica tem adotado as seguintes práticas ambientais: consomem preferencialmente produtos sustentáveis; utilizam produtos ecológicos ou reutilizáveis; procuram no rótulo de produtos selos e certificações verdes; e descartam corretamente os resíduos eletrônicos.	Capítulo 4 e item 4.1.
Identificar os obstáculos relacionados ao gerenciamento adequado dos resíduos eletroeletrônicos;	A implementação da legislação é um desafio, isso se deve principalmente devido à falta de acompanhamento por parte do poder público.	Capítulo 4 e itens 4.2.1 até 4.2.5.
Investigar se a comunidade acadêmica concorda com as diretrizes estabelecidas pela legislação vigente em relação ao gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos.	A partir da análise do critério Política e Legislação percebe-se que a comunidade acadêmica avalia positivamente as diretrizes estabelecidas pela legislação vigente.	Capítulo 4 e itens 4.2.1 até 4.2.5.

Fonte: Elaboração Própria (2020).

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Este trabalho propôs avaliar a percepção da comunidade acadêmica da Universidade de Brasília (UNB) sobre o gerenciamento de resíduos de produtos eletroeletrônicos, utilizando a Metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C). Os resultados indicaram que a comunidade acadêmica tem adotado práticas sustentáveis. O percentual para cada ação praticada corresponde: 81,60% procuram descartar corretamente os resíduos eletrônicos; 57,50% consomem preferencialmente produtos sustentáveis; 43,70% utilizam produtos ecológicos ou reutilizáveis; e 20,70% procuram no rótulo de produtos selo e certificações verdes. Essas escolhas demonstram a consciência ambiental dos participantes da pesquisa e simbolizam a responsabilidade e o compromisso com as questões ambientais.

Quanto ao gerenciamento de resíduos eletrônicos é avaliado positivamente pela comunidade acadêmica da UNB. Após análise constatou-se que os critérios avaliados positivamente foram: “Fator Econômico”, “Política e Legislação” e “Vulnerabilidade e Ameaça”, que apresentaram respectivamente, 43, 68 e 100 pontos, o que indica desempenho no nível satisfatório, ou seja, dentro das expectativas. A avaliação positiva pode ter relação com o contexto do país, que atualmente dispõe de um extenso conjunto de atos normativos rigorosos que regulamentam a legislação ambiental. Os participantes desta pesquisa reconhecem essas políticas e legislações e demonstram concordância com suas diretrizes estabelecidas.

Apenas os critérios “Logística Reversa” e “Mobilização Social” foram avaliados negativamente apresentando, respectivamente, -14 e -26 pontos, o que indica desempenho entre o nível pouco satisfatório e indiferente. Portanto, estes critérios apresentam um impacto maior na opinião dos participantes e merecem maior atenção por parte das diferentes esferas da sociedade. Para um possível aperfeiçoamento no desempenho desses critérios são necessárias ações contínuas entre os diferentes grupos de interesses envolvidos no gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos de modo a torná-lo significativo e efetivo.

Na avaliação global dos critérios o desempenho obtido ficou entre o nível satisfatório e indiferente. De modo geral, há um grau mínimo de satisfação percebido pela comunidade acadêmica. Entretanto, considerando a relevância e os riscos atrelados ao gerenciamento inadequado, esperam-se resultados mais positivos. O que se percebe é que a legislação é satisfatória, mas sua implementação é um desafio. Isso se deve principalmente devido às dificuldades em relação à negociação dos acordos setoriais para implementação de sistema de

logística reversa, bem como a falta de acompanhamento por parte do poder público e falta tecnologia disponível no Brasil.

No que diz respeito às limitações da pesquisa aponta-se o reduzido número de participantes da amostra. O questionário ficou disponível para preenchimento durante 5 (cinco) meses e 87 pessoas participaram da pesquisa. Considerando essa adversidade, sugere-se que os estudos futuros considerem opiniões de diferentes universidades para avaliar o nível de convergência ou divergência entre as instituições. Outra recomendação para estudos futuros refere-se à realização de outros grupos focais com decisores que atuem em diferentes órgãos ou entidades de gestão ambiental, no sentido de aprimorar e consolidar as ações relacionadas às políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marcelo; PENNA, Adriana Portugal; MONTEIRO, Milton Jonas; MONTEIRO, Simone Borges Simao; RODRIGUES, Martha M V O C. **Análise da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves: ENEGEP/ABEPRO, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_165_962_20121.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E Eletrônica (Abinee). **Revista Abinee n° 100 dezembro de 2019**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/revista.htm>>. Acesso em 15 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil): Edição Especial 15 anos. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: Abrelpe, 2018. 74 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BALDÉ, C.P.; FORTI V.; GRAY, V.; KUEHR, R.; STEGMANN, P.: **The Global E-waste Monitor 2017**. In: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). Bonn/Geneva/Vienna: 2017. 116 p. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, [1988]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 13 out. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993**. Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Brasília: Presidência da República, [1993]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d0875.htm>. Acesso em: 22 ago. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, [2010]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 22 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Consulta Pública Eletrônicos**. Disponível em: <<http://consultaspublicas.mma.gov.br/>>. Acesso em 14 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Resíduos Sólidos**. 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 27 set. 2019.

BRIGDEN, K.; LABUNSKA, I.; SANTILLO, D.; JOHNSTON, P. **Chemical contamination at e-waste recycling and disposal sites in Accra and Korforidua, Ghana**. Amsterdam: GREENPEACE, 2008. Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/archive-international/Global/international/planet-2/report/2008/9/chemical-contamination-at-e-wa.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRIGDEN, K.; LABUNSKA, I.; SANTILLO, D.; ALLSOPP, M. **Recycling of Electronic Wastes in China & India: Workplace & Environmental Contamination**. Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exeter, Exeter EX4 4PS. Reino Unido: GREENPEACE, 2005. Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/archive-international/Global/international/planet-2/report/2005/10/recycling-of-electronic-waste.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

CONSUMERS INTERNATIONAL; MMA; MEC; IDEC. **Manual de Educação para Consumo Sustentável**. Brasília: 2005. 160 p. Disponível em: <<https://idec.org.br/publicacao/manual-de-educacao-para-o-consumo-sustentavel-2a-ed-2005>>. Acesso em 5 de set. 2019.

COOPER, Donald R; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12^a ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. E-book. ISBN 978-85-8055-573-8.

COSTA, Cristiano Cunha; SANTOS, Maria Vanda dos. Percepção Ambiental de alunos da Modalidade de Educação de Jovens e Adultos em Assentamento Rural. **Revista Monografias Ambientais**. [S.l.], p. 202-219, ago. 2015. ISSN 2236-1308. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/18063>>. Acesso em: 17 maio 2020.

DEMAJOROVIC, Jacques; HUERTAS, Melby Karina Zuniga; BOUERES, Juliana Alves; SILVA, Adilson Gonçalves da.; SOTANO, Aloisio Sousa. **Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares?**. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, [S.l.], v. 52, n. 2, p. 165-178, mar. 2012. ISSN 2178-938X. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/30572/29405>>. Acesso em: 24 Set. 2019.

ENSSLIN, Leonardo; GIFFHORN, Edilson; ENSSLIN, Sandra Rolim; PETRI, Sérgio Murilo; VIANNA, William Barbosa. **Avaliação do Desempenho de Empresas Terceirizadas com o uso da Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão - Construtivista**. Pesquisa Operacional, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010.

ENSSLIN, Leonardo; NETO, Gilberto Montibeller; NORONHA, Sandro Macdonald. **Apoio à Decisão – Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001. ISBN 85-7474-093-4.

GIL, Carlos, Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6^a edição. São Paulo: Atlas, 2018. E-book. ISBN 978-85-97-01292-7.

GREENPEACE. **Toxic Tech: The dangerous chemicals in electronic products**. 2005. 21 p. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/eastasia/Global/eastasia/publications/reports/toxics/2005/toxic-tech-chemicals-in-electronics.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2019.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. **Arsenic and Arsenic Compounds**. Environmental Health Criteria n° 224. UNEP/ILO/WHO, ISBN 92 4 157224 8: Genebra, 2001. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc224.htm>>. Acesso em: 23 set. 2019.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. **Copper**. Environmental Health Criteria n° 200. UNEP/ILO/WHO, ISBN 92 4 157200 0. Genebra, 1998. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc200.htm>>. Acesso em: 23 set. 2019.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. **Selenium**. Environmental Health Criteria n° 58. UNEP/ILO/WHO, ISBN 92 4 154258 6. Genebra, 1987. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc58.htm>>. Acesso em: 23 set. 2019.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. **Zinc**. Environmental Health Criteria n° 221. UNEP/ILO/WHO, ISBN 92 4 157221 3. Genebra, 2001. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm>>. Acesso em: 23 set. 2019.

LATOUCHE, Serge. **Pequeno Tratado do Decrescimento Sereno**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. ISBN 978-85-7605-365-1.

LEONARD, Annie. **A história das Coisas, Da natureza ao lixo, ou o que acontece com tudo o que consumimos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. E-Book. ISBN 9788537807941. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788537807941/>>. Acesso em 30 ago. 2019.

MANCINI, Sandro Donnini; FERRAZ, José Lázaro; BIZZO, Walter Antônio. Resíduos Sólidos. In: ROSA, André Henrique; FRACETO, Leonardo Fernandes; CARLOS, Viviane Moschini. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 346-374. E-Book. ISBN 9788540701977. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788540701977/>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

PLATIAU, Ana Flávia Barros, *et al.* Uma crise anunciada. In: Theodoro, Suzi. Huff. (org.). **Mediação de conflitos socioambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

RODRIGUES, Mariana Lima; MALHEIROS, Tadeu Fabrício; FERNANDES, Valdir; DARÓS, Taiane Dagostin. **A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais**. Saude soc. [online]. 2012. vol. 21, supl.3, p.96-110. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/bitstream/handle/BDPI/39480/S010412902012000700009.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 maio 2020.

SOLVING THE E-WASTE PROBLEM. **Solving the E-Waste Problem (Step) White Paper, One Global Definition of E-waste**. Step Initiative: Alemanha, 2014. 13 p. Disponível em: http://www.step-initiative.org/files/_documents/whitepapers/StEP_WP_One%20Global%20Definition%20of%20E-waste_20140603_amended.pdf>. Acesso em: 4 set. 2019.

SANTOS, G. E. de O. **Cálculo amostral**: calculadora on-line. Disponível em: <http://www.publicacoesdeturismo.com.br/calculoamostral/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

THE WORLD BANK. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington: THE WORLD BANK, 2018. 295 p. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/697271544470229584/pdf/132827-PUB-9781464813290.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

UNB. Universidade de Brasília. **Anuário Estatístico 2019**. Disponível em: http://dpo.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=207:tabela-2-40-evolucao-do-numero-de-alunos-regulares-registrados-nos-cursos-de-graduacao-por-unidade-academica-curso-e-habilitacao-unb-2014-a-2018-2-semester&catid=198:anuario-estatistico-2019&Itemid=916>. Acesso em: 31 jan. 2020.

UNB. Universidade de Brasília. **Relatório de Gestão 2019**. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.dpo.unb.br/images/phocadownload/documentosdegestao/relatoriogestao/2018/Relatorio_de_Gesto_UnB_2018.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2019). **Mountains of noxious e-waste can be turned to humanity's advantage**. ONU, 2019. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/mountains-noxious-e-waste-can-be-turned-humanitys-advantage>>. Acesso em: 23 set. 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2007). **E-waste Volume I Inventory Assessment Manual**. UNEP/PNUMA: Japão, 2007. p. 127. Disponível em: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7857/EwasteManual_Vol1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 set. 2019.

VALLE, Rogerio, Souza; SOUZA, Ricardo Gabbay de. (org.), **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: ATLAS, 2014. E-Book. ISBN 9788522486359. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522486359/>>. Acesso em: 25 set. 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. **A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot**. Genebra: World Economic Forum, 2019. 24 p. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Questionário eletrônico sobre a percepção da comunidade acadêmica da UNB sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos.

Percepção da comunidade acadêmica sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos

1. Bem-vindo ao meu questionário.

Gostaria de solicitar 5 minutos de seu tempo para responder ao questionário sobre o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos, que faz parte da coleta de dados do meu Trabalho de Conclusão de Curso em Administração, na Universidade de Brasília (UNB). As informações coletadas nesta pesquisa serão usadas exclusivamente para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo e a confidencialidade dos participantes da pesquisa.

1 / 3

33%

2. As perguntas de 1 a 5 são relacionadas ao perfil do participante da pesquisa.

1. Qual é o seu gênero?

- Feminino
- Masculino

2. Qual é o seu nível escolar?

- Fundamental
- Médio
- Superior
- Pós-Graduação
- Mestrado
- Doutorado

3. Quanto tempo você possui de experiência na área ambiental?

- Menos de 3 anos
- 4 a 8 anos

- Mais de 8 anos

4. Considerando sua atuação na área ambiental, qual é nível hierárquico das atividades pelas quais você teve contato?

- Estratégico
- Tático
- Operacional

5. Quais dessas atividades ambientais você realiza?

- Consumo preferencialmente produtos sustentáveis.
- Utilizo produtos ecológicos ou reutilizáveis.
- Procuo no rótulo de produtos selos e certificações verdes.
- Procuo descartar corretamente os resíduos eletrônicos.

2 / 3

67%

3. As perguntas de 6 a 10 são relacionadas ao gerenciamento de resíduos de equipamentos eletrônicos.

6. Em relação à "Logística Reversa", como você percebe o gerenciamento de resíduos eletrônicos quanto aos seguintes itens:

	Insatisfatório	Indiferente	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Logística reversa de <u>pós-venda</u> (produtos com problemas de qualidade e/ou defeitos de fabricação).	<input type="radio"/>				
Pontos de coleta e/ou serviços de coleta (<u>pós-consumo</u>).	<input type="radio"/>				
Armazenagem (pós-consumo).	<input type="radio"/>				
Estação de reciclagem (<u>pós-consumo</u>).	<input type="radio"/>				

Separação dos resíduos (pós-consumo).

7. Em relação à "Mobilização Social", como você percebe o gerenciamento de resíduos eletrônicos quanto aos seguintes itens:

	Insatisfatório	Indiferente	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Participação dos consumidores.	<input type="radio"/>				
Cultura ambiental.	<input type="radio"/>				
Ação conjunta entre órgãos governamentais.	<input type="radio"/>				
Conscientização na mídia.	<input type="radio"/>				
Transparência e acesso à informação sobre o correto descarte de resíduos eletrônicos.	<input type="radio"/>				

8. Em relação às "Políticas e Legislações", como você percebe o gerenciamento de resíduos eletrônicos quanto aos seguintes itens:

	Insatisfatório	Indiferente	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Necessidade de uma política com diretriz específica.	<input type="radio"/>				
Implementação/acompanhamento de Acordos Setoriais.	<input type="radio"/>				
Monitoramento dos processos das unidades federativas em relação ao tratamento desses resíduos.	<input type="radio"/>				
Incentivos fiscais.	<input type="radio"/>				
Compartilhamento de responsabilidade entre os atores envolvidos no ciclo de vida do produto (fabricantes, comerciantes,	<input type="radio"/>				

consumidores, entre outros).

9. Em relação ao "Fator Econômico", como você percebe o gerenciamento de resíduos eletrônicos quanto aos seguintes itens:

	Insatisfatório	Indiferente	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Valor potencial das matérias-primas no lixo eletrônico.	<input type="radio"/>				
Instrumentos econômicos para o correto descarte.	<input type="radio"/>				
Criação de empregos.	<input type="radio"/>				
Obsolescência programada.	<input type="radio"/>				
Inviabilidade de consertos dos aparelhos.	<input type="radio"/>				
Incorporação de tecnologia para reciclagem.	<input type="radio"/>				

10. Em relação à "Vulnerabilidade e Ameaça", como você percebe o gerenciamento de resíduos eletrônicos quanto aos seguintes itens:

	Insatisfatório	Indiferente	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Segurança quanto aos produtos químicos.	<input type="radio"/>				
Segurança quanto às substâncias perigosas.	<input type="radio"/>				
Proteção à exposição dos trabalhadores (EPIs).	<input type="radio"/>				
Existência de consciência quanto aos riscos.	<input type="radio"/>				
Disponibilidade de armazenagem de itens frágeis.	<input type="radio"/>				