

**ECOEFIÊNCIA E DESAFIOS DE INTEGRAÇÃO ENTRE AGENTES
CORRESPONSÁVEIS PELO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS
(REEE): UM ESTUDO MULTICASOS NO TRIÂNGULO MINEIRO**

LARISSA SANTOS DE MARCELLO CRUVINEL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)

VALDIR MACHADO VALADÃO JÚNIOR
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)

ECOEFIÊNCIA E DESAFIOS DE INTEGRAÇÃO ENTRE AGENTES CORRESPONSÁVEIS PELO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (REEE): UM ESTUDO MULTICASOS NO TRIÂNGULO MINEIRO

1. INTRODUÇÃO

Equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são aparelhos que requerem bateria ou cabo de energia para seu funcionamento (Perkins et al., 2014) e, quando atingem o fim de vida, necessitam de um tratamento especial. Por conterem substâncias tóxicas e componentes de alto valor agregado os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são considerados, simultaneamente, oportunidades de negócio e potenciais causadores de sérios problemas socioambientais e econômicos (Lima et al; 2015; Ongondo, Williams & Cherrett, 2011; Boeni, Silva & Ott, 2008; Widmer et al, 2005).

Esta pesquisa reflete sobre a sustentabilidade na etapa pós-descarte de equipamentos eletroeletrônicos, pois, pesquisas nacionais e internacionais, em geral, abordam a temática de REEE na perspectiva dos fabricantes (Richter & Koppejan, 2016), dos consumidores (Chen, Liu & He , 2016; Islam *et al*; 2016), dos governantes e gestores públicos (Paiva, 2017), das Diretivas internacionais (Che, 2009) e/ou do setor informal de tratamento de REEE (Orlins & Guanbc, 2016; Amankwah-Amoah, 2016a) alertando sobre os danos e impactos negativos da informalidade no tratamento de resíduos devido ao uso de técnicas inadequadas para recuperação de valores (Besiou, Georgiadis & Van Wassenhove, 2010; Orlins & Guan, 2015).

Não há um consenso sobre o volume per capita médio de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) gerados a nível local, regional ou global, porém, sabe-se que o lixo eletrônico –também denominado e-resíduo, *e-waste* ou *WEEE*, *waste of electric and electronic equipments* –“é uma das fontes de descarte em mais rápido crescimento” (Perkins et al., 2014, p. 284) e, portanto, torna-se um objeto de estudo relevante para gestores.

A estrutura geral deste artigo será composta por seis sessões. Abaixo, após esta breve introdução, serão apontados o problema e os objetivos de pesquisa. Na sessão seguinte, será apresentada a fundamentação teórica sobre os desafios da gestão de REEE, a complexidade de inter-relação entre os agentes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o conceito de ecoeficiência à luz da sustentabilidade organizacional. Em seguida, serão detalhados os aspectos metodológicos para coleta e análise de dados. Na penúltima sessão, serão apresentados e discutidos os resultados. Na sessão final, consolidam-se os achados em uma tabela comparativa com objetivos de pesquisa e são apresentados os limites existentes e possíveis caminhos futuros para pesquisas sobre o tema.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

A presente pesquisa busca respostas para a seguinte indagação: Quais as perspectivas dos gestores das organizações de tratamento de resíduos eletroeletrônicos sobre os fatores que podem contribuir para a ecoeficiência e o fortalecimento do setor formal de REEE na região do Triângulo Mineiro?

Mais especificamente, objetiva-se: (i) consolidar informações sobre o setor e a produção de REEE regionalmente; (ii) analisar a coerência das práticas e processos operacionais (fatores internos) com competências de suporte da ecoeficiência –otimização do uso de materiais, água e energia, uso de recursos renováveis, minimização da dispersão de rejeitos etc; (iii) compreender as ações e os desafios enfrentados na articulação com os grupos corresponsáveis pela redução dos impactos socioambientais gerados pela gestão inapropriada

de REEE–governo, fabricantes, varejistas e consumidores (fatores externos).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE): volume crescente e monitoramento deficitário

A combinação de demanda do consumidor por inovação e status atrelada à uma alta taxa de obsolescência programada e as baixas taxas de reciclagem dos produtos inutilizados (Gagliardi & Mirabile, 2016; Santana & Elabras-Veiga, 2017) tem gerado sérios desequilíbrios globais além de crescente escassez de matéria-prima, gastos elevados com despejo de resíduos e preocupações éticas e sanitárias (Ongondo, Williams & Cherrett, 2011; Santana & Elabras-Veiga, 2017).

Os desafios de mensuração e controle –uma premissa básica de gestão –estão ancorados, à priori, na ausência de padronizações no que tange à classificação destes resíduos. Dificultando estudos comparativos de geração de resíduos eletroeletrônicos entre países adotantes de classificações distintas e enfraquecendo a elaboração de agendas ou planos de ação globais nesse quesito.

A título de exemplificação tem-se na Convenção de Basileia a recomendação de três categorias (Ongondo, Williams & Cherrett, 2011), para a Partnership on Measuring ICT for Development a classificação internacional proposta é de 6 categorias com base no Anexo III da Diretiva WEEE 2012/19/EU levando-se em consideração o tempo de vida dos produtos (Baldé et al., 2017). E, no âmbito nacional, a Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica classifica os REEE em outras quatro categorias –linhas branca, marrom, azul e verde (ABINEE, 2016).

Algumas tendências impulsionam a geração de REEE: avanços tecnológicos, alto grau de competição no mercado de telecomunicações, crescimento de dispositivos multifuncionais e integrados, tendência de eletrificar equipamentos não elétricos, crescimento dos serviços de *cloud computing* e encurtamento dos ciclos de substituição (Baldé et al., 2017). Por estas e outras razões, pode-se afirmar que o lixo eletrônico é uma das fontes de lixo em mais rápido crescimento (Perkins et al., 2014) ainda que existam estimativas variadas quanto à quantidade de lixo eletrônico produzida a nível global, nacional e regional. Os parágrafos a seguir apresentarão de forma mais minuciosa os levantamentos mais recentes encontrados no que diz respeito aos diferentes cenários.

Apurar o volume de REEE descartado no âmbito mundial é tarefa complexa, pois, “...a maioria dos resíduos eletroeletrônicos não é devidamente documentada e não é tratada por meio de cadeias e métodos de reciclagem apropriados” (Baldé et al., 2017, p.2). Em 2016 apurou-se a geração de 44,7 milhões de toneladas métricas (Mt) de lixo eletrônico ou equivalente a 6,1 kg por habitante (Baldé et al., 2017). Destas, apenas 20% foram recicladas apropriadamente, ou seja, embora 66% da população mundial esteja coberta pela legislação de lixo eletrônico, ainda faltam esforços para aplica-la efetivamente (Baldé et al., 2017). Estimativas recentes apontam que “o nível de produção de lixo eletrônico global deverá alcançar 120 milhões de toneladas/ano em 2050 se as tendências atuais permanecerem” (ONU; 2019).

A taxa de crescimento anual de REEE varia entre as diferentes categorias. Espera-se que as categorias tenham as maiores taxas de crescimento nos próximos anos serão “equipamentos de troca de temperatura” e “equipamentos pequenos e grandes”. Os resíduos da categoria “telas, monitores e equipamentos contendo telas” tendem a diminuir e a categoria

de “pequenos equipamentos de TI e telecomunicações” deve crescer menos rapidamente, devido aos efeitos da miniaturização (Baldé et al., 2017).

No continente americano, os Estados Unidos da América é o maior produtor de lixo eletroeletrônico com 6,3 milhões de toneladas produzidas no ano de 2016. O segundo maior produtor é o Brasil, com 1,5 Mt/ano, o terceiro é o México, com 1 Mt/ano (Baldé et al., 2017) seguido pela Argentina, com 0,4Mt/ano (Baldé et al., 2017). Porém, em números relativos, os três principais países da América Latina com a maior geração de REEE no ano de 2016 foram o Uruguai (10,8 kg/habitante), seguido de Chile (8,7 kg/habitante) e Argentina (8,4 kg/habitante) (Baldé et al., 2017).

Economias emergentes apresentaram as maiores taxas anuais de crescimento no consumo de EEE entre 2000 e 2016. Em termos de peso, os produtos com maior crescimento absoluto nestes países foram geladeiras, máquinas de lavar roupa, fornos elétricos, aparelhos de aquecimento elétrico e TVs de tela plana (Baldé et al., 2017, p. 18).

Em pesquisa sobre o estado da arte da reciclagem de REEE no Brasil Santana e Elabras-Veiga (2017) afirmam que “O Brasil não possui uma legislação federal para a classificação específica de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE), sendo a PNRS o único instrumento legal a nível nacional que menciona a gestão de REEE” (Santana & Elabras-Veiga, 2017, p.2).

Em 2012, a Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial publicou um estudo intitulado “Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos – Análise de Viabilidade Técnica e Econômica” no qual apresentou uma estimativa de volumes potenciais de geração de REEE até 2020. Para 2019, estimou-se que aproximadamente 1,231 milhões de toneladas tenham sido geradas (ABDI, 2012). No entanto, segundo dados da ONU mencionados anteriormente, somente em 2016 foram gerados 1,5 milhões de toneladas (ONU, 2019). Os dados dos diferentes órgãos –ABDI e ONU –são incongruentes.

Não só no Brasil, mas na América Latina como um todo, a reciclagem formal de REEE é restrita à desmontagem profissional e o volume de resíduos processados é considerado modesto em razão do quadro político desfavorável e da precariedade de infraestrutura logística (Boeni, Silva & Ott, 2008).

A sessão seguinte aprofundará a discussão sobre as dificuldades técnicas e operacionais enfrentados pelos diferentes agentes responsáveis pela temática de REEE: governo, fabricantes, varejistas e consumidores.

3.2. Agentes corresponsáveis pelo tratamento de REEE no Brasil: complexidade de inter-relação

Como pontos de destaque da PNRS pode-se elencar (i) a determinação de que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios sejam responsáveis por organizar e manter de forma conjunta o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento Básico (Sinisa) e o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima) (Lei 12.305/2010, artigo 12); (ii) a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos como condição para o repasse de recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana (Lei 12.305/2010, artigo 18) e; (iii) a instituição da responsabilidade compartilhada entre “fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos” – logística reversa (Lei 12.305/2010, artigo 30 e 33). No entanto, comparativamente a outros tipos de resíduos sujeitos à logística reversa –como os resíduos e embalagens de agrotóxicos – a regulamentação de REEE “mostra-se ainda bastante tímida” e carece de um cronograma que

confronte as dificuldades técnicas e operacionais previstas (Lemos & Mendes, 2014, p.57 e 63).

Hoje, uma década após promulgação da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS, o setor de eletroeletrônicos ainda não apresenta dados concretos nem Acordo Setorial de Logística Reversa devidamente elaborado e assinado. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, dez propostas de Acordo Setorial sobre produtos eletroeletrônicos e seus componentes foram recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação, uma proposta unificada recebida em janeiro de 2014, mas nenhuma aprovação até então realizada (SINIR; 2019).

Nesse ínterim, perde-se a oportunidade de recuperação de metais preciosos. Em 2016, o potencial de valor de todas as matérias-primas presentes no lixo eletroeletrônico equivalia aproximadamente a 55 bilhões de euros (Baldé et al., 2017). Para as empresas que realizam a extração destes metais os REEE podem ser vistos como verdadeiras “minas urbanas”. No entanto, a maioria das empresas que detém a tecnologia adequada para realização do processo de retirada de materiais das placas de circuito elétrico encontra-se na Europa (Guarnieri & Seger, 2014, p.78).

Resta aos fabricantes, portanto, o desafio da execução do princípio de “Responsabilidade Estendida do Produtor”, Extended Producer Responsibility –EPR, cujo conceito emergiu, segundo Baldé et al. (2017), nas publicações acadêmicas no início da década de 1990 e preconiza que os fabricantes –individual ou coletivamente –“aceitem a responsabilidade por todos os estágios do ciclo de vida de um produto, incluindo o gerenciamento do fim da vida útil” (Baldé et al., 2017, p.49). O trabalho em rede com varejistas, consumidores e gerenciadores de resíduos parece ser um dos caminhos possíveis.

Varejistas de equipamentos eletroeletrônicos podem contribuir para amenizar a problemática do descarte incorreto de REEE e desenvolverem junto à comunidade uma imagem de empresa socialmente responsável ao atuarem como pontos de coleta de equipamentos descartados em adição àqueles oferecidos pelos fabricantes. Além disso, para Amankwah-Amoah (2016b, p.21) “alguns setores como o mercado de segunda mão, o mercado de remanufatura e a indústria de reparos florescem” como uma nova perspectiva para os efeitos do lixo eletrônico.

A informação sobre os danos ocasionados pelo descarte incorreto aproxima “as pessoas do problema, porém não levam por si só à produção de alterações significativas sobre o que e como fazer com o descarte pós-consumo” (Giaretta et al., 2010, p. 682). Os hábitos da população relacionados ao descarte pós-consumo de EEE serão, em última instância, determinantes para a efetividade dessas iniciativas (Echegaray & Hansstein, 2016). Considerar a vida útil dos produtos e escolher aparelhos ecológicos para as necessidades diárias (Jayraman, 2019, p.4) são ponderações que devem fazer parte do processo de decisão de compra por parte dos consumidores. Além disso, a tríade funcionalidade, inovação tecnológica e consumo deveria levar em conta critérios éticos voltados ao bem comum (Giaretta et al., 2010, p. 683).

Sob óticas conflitantes do Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Fazenda, Receita Federal, Casa Civil, fabricantes, varejistas e consumidores brasileiros ainda não encontraram meios de efetiva implementação da lei 12.305/2010.

3.3. Práticas e processos no tratamento de REEE

Ao longo dos processos organizacionais o posicionamento gerencial –entre as dimensões sustentável e pragmática –é decisivo para que medidas responsáveis sejam tomadas ou que medidas com foco em redução de custo, em detrimento da sustentabilidade

socioambiental, sejam predominantes no posicionamento estratégico. Em outras palavras, se haverá ou não alinhamento das práticas e processos internos com elementos da sustentabilidade organizacional –inserção social, justiça socioambiental e ecoeficiência (Munck et al., 2013).

Existem diversos tipos de eficiência aplicáveis a áreas distintas do conhecimento – física, engenharia, economia dentre outras. No âmbito organizacional o termo refere-se à “capacidade de um administrador para conseguir produtos mais elevados em relação aos insumos necessários para obtê-los” (Megginson, Mosley & Prietri, 1998).

A partir de 1987, com o advento de discussões sobre desenvolvimento sustentável (ONU, 1987b), os custos socioambientais, ou custos “ocultos” implícitos no processo produtivo gerador de eficiência ganharam atenção. Segundo relatório publicado pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) –uma associação mundial de cerca de 200 empresas que trata exclusivamente de negócios e desenvolvimento sustentável –a ecoeficiência é “uma filosofia de gerenciamento que incentiva as empresas a buscarem melhorias ambientais que gerem benefícios econômicos paralelos” à entrega de seus bens e serviços (WBCSD; 2006).

Em 2012, os finlandeses Marileena Koskela e Jarmo Vehmas objetivavam produzir uma definição teórica de ecoeficiência a partir de uma revisão da literatura existente incorporando noções de desenvolvimento sustentável e ambientalismo renovado. Para os referidos autores, o termo está relacionado à adoção de meios de produção mais limpos, gestão sustentável do ciclo de vida dos produtos, redução de uso de recursos, prevenção de poluição e diminuição de resíduos (Koskela & Vehmas, 2012). A ecoeficiência pode ser vista como “um indicador de desempenho ou como estratégia de negócios para o desenvolvimento sustentável” (Koskela & Vehmas, 2012, p. 1).

O desenvolvimento de indicadores contribui de maneira prática para que tomadores de decisão gerencial possam visualizar quais ações precisam ser enfatizadas em prol do desenvolvimento sustentável da organização, no entanto, apesar do surgimento de muitos indicadores, a maioria deles não é aplicável (Karnjc & Glavic, 2003). Isso ocorre pelo fato de que “em razão da complexidade de mensurar aspectos relacionados com a sustentabilidade, prevalecem a confusão e a arbitrariedade conceitual” (Munck, Cella-de-Oliveira & Bansi, 2011, p.183).

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo multicase de natureza aplicada (Yin, 2015), objetivo exploratório (Creswell & Miller, 2000) da região do Triângulo Mineiro e abordagem predominantemente quali com uso de recursos quantitativos.

O levantamento da base de empresas que compôs o corpus de pesquisa (Bauer & Gaskell, 2002) ocorreu mediante consulta buscar Google utilizando as palavras-chave “descarte de eletroeletrônicos”, “lixo eletrônico” e “REEE” seguidas dos nomes das cidades pertencentes à região do Triângulo Mineiro. Ademais, utilizou-se a técnica nomeada “Bola de Neve”, ou seja, inicialmente solicitou-se ao gestor da empresa Codel (“semente” ou “informante-chave”) por indicações de outras empresas do setor a partir de sua rede pessoal, e assim sucessivamente, até que o quadro de participantes da pesquisa alcançasse o ponto de saturação em termos de regionalidade (Bernard, 2005; Vinuto, 2014). Na região de abrangência da pesquisa foram localizadas 4 organizações que participam dos processos de coleta, triagem, recuperação e destinação final de REEE.

A fim de validar e enriquecer os achados anteriores sobre o tema de REEE, foi realizada uma incursão nestas empresas durante o mês de julho de 2019. Após apresentações

peçoais era solicitado aos gestores que, primeiramente, preenchessem o Framework de Ecoeficiência conforme seu entendimento.

O *framework* “taxionomia CE7” –como o nome indica composto por 07 perguntas –foi respondido conforme orientações dos autores, ou seja, “pelos gestores responsáveis pelas áreas de sustentabilidade e gestão de pessoas da organização em estudo” tendo como referência uma escala *Likert* em que “0 é base da ausência de entrega; 20 refere-se à entrega insuficiente; 40 indica entrega fraca; 60 faz menção à entrega regular; 80 significa a entrega suficiente; e, por fim, 100 reflete a entrega máxima da organização” (Munck et al., 2013, p. 665).

Em seguida, foram apresentadas informações coletadas previamente nos websites ou *funpages* (Facebook) das organizações e pediu-se aos gestores que as confirmassem ou, se fosse o caso, as atualizassem a partir de relatórios internos. Essa coleta prévia de dados teve como guia um formulário elaborado pelos autores –intitulado Formulário de Pesquisa documental e Observação –o qual foi inspirado no artigo 19 da PNRS que versa sobre “o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas” (Lei 12.305/2010).

Na sequência, iniciou-se a entrevista. O instrumento utilizado como roteiro para entrevista semiestruturada foi elaborado à luz de Minayo (2012). As perguntas iniciais foram elaboradas com base nas categorias de análise detalhadas mais adiante.

Obteve-se a anuência para gravação. As durações variaram entre 32 e 106 minutos. Os áudios gravados foram transcritos e totalizaram 47 páginas. Cada entrevista foi impressa separadamente em duas vias e as instituições foram novamente visitadas para que os participantes pudessem ler e assinar atestando a veracidade da transcrição –validação reversa (Creswell & Miller, 2000; Lincoln & Guba 1985) .

Todas as menções a empresas e pessoas ao longo das entrevistas foram substituídas por “XXX” a fim de garantir a não identificação. Semelhantemente os pesquisadores adotaram a terminologia E1, E2, E3 e E4 para diferenciar as organizações e Entrevistado 1, Entrevistado 2, Entrevistado 3 e Entrevistado 4 para os respectivos membros das organizações que participaram da pesquisa.

Ao final realizou-se breve visita e observação das instalações e operações em andamento. Algumas anotações foram feitas.

A partir do aporte teórico usado na pesquisa e o seu emparelhamento às evidências encontradas no campo foi possível definir algumas categorias que colaboraram com a análise dos dados. As categorias de análise para os fatores internos são: gestão sustentável (entrega suficiente ou máxima de ecoeficiência) e gestão pragmática (entrega insuficiente, fraca ou regular de ecoeficiência). Para os fatores externos são: atuação integrada com agentes (governo, fabricantes, varejistas e consumidores) e atuação isolada.

As primeiras duas categorias foram avaliadas com base na metodologia proposta pelo *framework* (Munck et al., 2013). As duas últimas categorias foram avaliadas com base nos depoimentos dos gestores a partir da análise de conteúdo das entrevistas (Bardin, 2011).

Deste modo, organizou-se o inventário com base no nível semântico e isolando-se unidades de registro–temas, palavras e/ou frases (Bardin, 2011). Estes trechos foram destacados de uma cor diferente nos arquivos de transcrição para serem visualmente identificáveis. Em seguida, elaborou-se uma tabela no software Microsoft Excel em que foram alocadas as unidades de registro selecionadas de todas as entrevistas em quatro classes:

- a. Isolamento: menção críticas aos agentes, exemplos de ineficiência
- b. Iniciativas para a integração: tentativas malsucedidas de sinergia

- c. Quase integração: pequenas parcerias, integração incipiente
- d. Integração: trabalho em rede com ganhos compartilhados

Assim, os resultados foram encontrados a partir daquilo que Denzin & Lincoln (2005) denominaram triangulação de dados.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os achados desta pesquisa consolidam informações sobre o setor e a produção de REEE regionalmente. Verificou-se que na região do Triângulo Mineiro (IBGE; 2017) o setor formal de tratamento de REEE é formado por quatro organizações de micro ou pequeno porte, fundadas entre 2009 e 2016, atuantes nos estados de Minas Gerais (E1, E2, E3 e E4), Goiás (E1 e E3) e São Paulo (E4). Todas realizam as atividades de desmonte, descaracterização e destinação para empresas licenciadas em reciclagem localizadas nos estados de SP e RS. Outros serviços oferecidos ocorrem de forma variada nestas organizações –destruição de dados (E1, E2 e E3), disposição final controlada dos rejeitos –envio para aterros – (E1 e E3), realização de desmercurização (E3), terceirização de logística reversa (E4), remontagem de EEE a partir de peças aproveitadas (E1), cessão (E4) ou venda de peças e componentes usados (E1), realização de palestras (E1) e parcerias com instituições de ensino (E4).

O cálculo do volume de REEE descartado mensalmente na região não pôde ser realizado devido à carência de dados consolidados nas organizações entrevistadas e/ou pela não disponibilização dessa informação. A ausência de informação confirma a afirmação de Baldé et al. (2017) sobre a complexidade de apurar o volume de REEE pois, “a maioria dos resíduos eletroeletrônicos não é devidamente documentada e não é tratada por meio de cadeias e métodos de reciclagem apropriados” (Baldé et al., 2017, p.2). Essa persistente lacuna aponta para a necessidade urgente de desenvolvimento de métodos padronizados de quantificação e documentação dos resíduos tratados regionalmente.

Foi relatado recebimento predominante de equipamentos usados, não reparados e não reparáveis (REEE) descartados por pessoas físicas e, mais notadamente, pessoas jurídicas. As categorias de resíduos mais frequentes descartadas são a linha verde– equipamentos de informática e telefonia (E1, E2, E3 e E4) –e a linha marrom (E3 e E4) –áudio e vídeo sendo os desktops (monitores e CPUs) os itens atualmente mais descartados. Tal constatação diverge de Baldé et al. (2017, p.40) os quais esperavam uma diminuição nos resíduos da categoria “telas, monitores e equipamentos contendo telas” e da categoria de “pequenos equipamentos de TI e telecomunicações” em razão dos efeitos da miniaturização. É possível que essa tendência ainda seja verificada em anos seguintes, porém, este cenário ainda não condiz com a realidade regional.

A entrada destes materiais nestas organizações ocorre via entrega voluntária in loco, recolhimento em empresas e residências e, exclusivamente na organização E1, é realizada parceria com pontos de coleta –instituições de ensino, eventos dentre outros –bem como compra de lotes de REEE oriundos de leilões ou sucateiros. O acondicionamento dos resíduos requer grande espaço físico e, conseqüentemente, eleva os custos fixos. O setor não requer mão de obra especializada. Verificou-se que o ganho de produtividade advém da mecanização por se tratar de atividades operacionais, mas acredita-se que poderia ser potencializado por ações compartilhadas com vistas ao aumento de captação de resíduos e à redução de custos com frete.

Os resultados também apontam para coerência das práticas e processos operacionais (fatores internos) com competências de suporte da ecoeficiência –otimização do uso de materiais, água e energia, uso de recursos renováveis, minimização da dispersão de rejeitos

dentre outros. Na análise valores inferiores à 61% foram nomeados neste estudo como Gerência Pragmática (GP) –correspondente, no Framework de Munck et al (2013), a entregas insuficientes (<20%), fracas (entre 21% e 40%) ou regulares (entre 41% e 60%) de ecoeficiência. Os demais (valores superiores à 61%) foram nomeados Gerência Sustentável (GS). Verificou-se que todas as organizações entrevistadas apresentaram, com base em entregas suficientes ou máximas de ecoeficiência (Munck et al., 2013), uma Gestão Sustentável (GS) na perspectiva dos gestores entrevistados.

Descascar fios sem que haja queimada é uma prática coerente com Robinson (2009) o qual aponta que estes metais, se incinerados, emitem gases altamente danosos à atmosfera e à saúde de seres vivos.

Além do exposto, os autores consideram relevante destacar nessa sessão que aborda processos operacionais sobre a questão da vulnerabilidade de pessoas e empresas diante da não realização da etapa de destruição de dados na organização 4.

Tem-se também como resultado desta pesquisa uma melhor compreensão sobre as ações e os desafios enfrentados pelos gestores regionais na articulação com os corresponsáveis pela gestão apropriada de REEE–governo, fabricantes, varejistas e consumidores (fatores externos).

Em termos de ações, verificou-se nas entrevistas algumas tentativas malsucedidas de sinergia entre diferentes agentes (12/55), poucos exemplos de trabalho em rede (4/55) e exemplos de ganhos compartilhados quase que exclusivamente por parte da organização sem fins lucrativos (7/55). Em outras palavras, as entrevistas apontaram mais para críticas aos agentes do que para narrativas sobre ações de integração. Ainda assim, destacam-se como ações positivas:

- a realização de parcerias para fortalecimento mútuo seja via associações, via contato com recicladores de outros municípios, com empresas ou com instituições de ensino;

. . . que tivessem mais órgãos como um CIDES, um ANVAP, que conseguisse ali as parcerias público-privadas”. (Entrevistado 1, 2019)

. . . a gente tem esse apoio das redes aqui de Uberaba, jornal, rádio, então a gente começa a chegar nesse sentido. E através das empresas que eu te falei que a gente faz palestras, participa das CIPAS, CIPATS, então assim, eu vou numa empresa e tem lá 50 funcionários, 100 funcionários, tudo que eu passo ali eles vão saber a partir de então que o Instituto faz aquele trabalho e vai disseminando. (Entrevistado 4, 2019)

- a realização de ações internas de conscientização socioambiental dos funcionários;

. . . o que a gente tem feito dentro do nosso alcance é a própria conscientização da nossa equipe. Então é uma conscientização da maneira de trabalhar produtivamente, a maneira de saber separar e conscientizar. Isso a gente acredita e tem consciência que vai refletir na casa deles, entendeu? (Entrevistado 3, 2019)

- a contribuição de eventos informativos como ferramenta de integração entre diferentes atores (cooperativas, pode público, instituições de ensino etc.);

Foi um seminário que gerou muitos frutos, que através dele teve essa união da rede, o promotor ficou também mais próximo dessas questões, ele se abriu mais pra esse grupo. Foi um auditório que ficou cheio o dia todo. . . a gente chamou pessoas pra discutir. E nesse seminário tiveram a ideia de fazer esse grupo pra criar um Programa de Educação Ambiental pra coleta seletiva. . . .

Então, assim, por que não unir todos esses trabalhos e formatar esse grupo e a gente trabalhar tudo junto pra um bem maior? . . . a própria Secretaria do Meio Ambiente foi enxergando que, sabe, que não tem outra forma. Que tem que ser desse jeito. Que tem que unir, né? (Entrevistado 4, 2019)

- a diversificação de oferta de serviços como maneira de ampliar faturamento enquanto o mercado não estiver consolidado. Esta ação está alinhada à visão de Amankwah-Amoah (2016b, p.21) de que “alguns setores como o mercado de segunda mão, o mercado de remanufatura e a indústria de reparos floresceram” como uma nova perspectiva para os efeitos do lixo eletrônico. Por outro lado, uma das empresas entrevistadas disse não poder realizar o aproveitamento de peças devido à obrigação de destruição total do equipamento por exigência do seu principal cliente.

O interessante seria reutilizações daquilo que você está descartando, certo? Porém, infelizmente, no nosso caso, como a gente trabalha com certificação pra grandes empresas eles determinam que a gente destrua todos os equipamentos, né? (Entrevistado 2, 2019)

- a exigência de processos e procedimentos ambientalmente adequados para descarte de REEE por parte de empresas de maior parte que contratam o serviço dos intermediários;

A gente pra prestar serviço pra XXX [nome do cliente ocultado] veio uma empresa lá de São Paulo pra auditar a gente pegar os processos, documentação, parceiros. Pediram documentação de todos os parceiros nossos pra passar. Então existe uma preocupação maior. (Entrevistado 1, 2019)

Já no que diz respeito aos desafios os entrevistados apontaram uma série de críticas voltadas principalmente à atuação do governo. Em geral, os apontamentos corroboram com Dias et al. (2018) e Baldé et al. (2017) ao atribuírem ao governo um papel importante no manejo do gerenciamento de lixo eletroeletrônico. Apesar dos cinco anos que separam as pesquisas, houve total concordância também com Lemos e Mendes (2014) de que a regulamentação de REEE “mostra-se ainda bastante tímida” e carece de um cronograma que confronte as dificuldades técnicas e operacionais previstas (Lemos & Mendes, 2014, p.57 e 63). O princípio de “Responsabilidade Estendida” que orienta a PNRS emergiu nas publicações acadêmicas no início da década de 1990 e ainda não se vê colocado em prática pela maioria dos fabricantes.

Semelhantemente, no que diz respeito aos demais agentes, foram feitos apontamentos críticos e recomendações para atuação mais integrada entre instituições de P&D –pesquisa e desenvolvimento –e governo. Os achados desta pesquisa confirmam a constatação de Guarnieri e Seger (2014) há cinco anos atrás de que a maioria das empresas que detém a tecnologia adequada para realização do processo de retirada de materiais das placas de circuito elétrico encontra-se na Europa (Guarnieri & Seger, 2014, p.78).

O que que dá dinheiro na parte do resíduo eletrônico? Pelo pouco que eu sei, são os metais nobres e os metais nobres não podem ser trabalhados no Brasil, sabe? Quem trabalha retirando os metais nobres no Brasil está trabalhando fora da legislação. Queimando, usando ácidos . . . para você trabalhar certinho com o resíduo eletrônico você tem que estar com uma Universidade por trás dos projetos, tem laboratórios específicos, para poder trabalhar e realmente transformar isso em dinheiro. (Entrevistado 4, 2019)

Apreende-se que, regionalmente, pouco ou quase nada tem avançado em termos práticos para o correto manejo de REEE e para o aproveitamento econômico deste recurso potencial. Com esta pesquisa é possível vislumbrar um cenário regional predominante de isolamento em razão de ações pouco efetivas dos agentes bem como por fatores relacionados à cultura e à logística que não foram explorados na pesquisa, mas os quais, na visão dos entrevistados, também influem para que haja pouca interação entre os responsáveis pela gestão de REEE.

6. CONTRIBUIÇÃO

Esta pesquisa inova ao aproximar a temática de REEE à área de *management*, ao lançar luz sobre o setor formal de tratamento de resíduos eletroeletrônicos como objeto de estudo e ao dar visibilidade para a região do Triângulo Mineiro no âmbito de pesquisas sobre sustentabilidade. Os autores entendem que os objetivos foram alcançados como demonstrado resumidamente na tabela a seguir e, de maneira mais detalhada, na sessão anterior:

Tabela 1

Objetivos de pesquisa e resultados alcançados

Objetivo	Principais resultados
Identificar a perspectiva dos gestores das empresas de tratamento de resíduos eletroeletrônicos sobre quais fatores podem contribuir para a ecoeficiência e o fortalecimento do setor formal de REEE na região do Triângulo Mineiro.	<ul style="list-style-type: none"> - Parcerias público-privadas - Aumento da consciência ambiental por meio de educação e divulgações na mídia sobre pontos de coleta - Incentivos fiscais às empresas de tratamento de REEE - Ampliação de conhecimento técnico
Consolidar informações sobre o setor e a produção de REEE regionalmente	<ul style="list-style-type: none"> - Região considerada: Triângulo Mineiro - N° de organizações formalizadas encontradas: 04 - Porte das empresas: micro ou pequeno - Abrangência destas empresas: SP, MG, GO - Serviços oferecidos: compreendem etapas anteriores à reciclagem. Predominantemente desmonte, descaracterização e destinação - Volume mensal não verificado - Persistente lacuna de dados consolidados aponta para a necessidade urgente de desenvolvimento de métodos padronizados de quantificação e documentação dos resíduos tratados regionalmente - Status: predominantemente equipamentos usados, não reparados e não reparáveis - Categorias mais frequentes: linha verde e marrom - Itens mais frequentes: desktops (monitores e CPUs) - Origem: Pessoas físicas e, mais

	<p>notadamente, pessoas jurídicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrega: voluntária in loco - Recolhimento mediante pagamento de frete: empresas e residências - ganho de produtividade advém da mecanização por se tratar de atividades operacionais, mas acredita-se que poderia ser potencializado por ações compartilhadas com vistas ao aumento de captação de resíduos e à redução de custos com frete.
<p>Analisar a coerência das práticas e processos operacionais (fatores internos) com competências de suporte da ecoeficiência</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Todas as organizações entrevistadas apresentam, com base em entregas suficientes ou máximas (>61%) de ecoeficiência (MUNCK et al; 2013), uma Gestão Sustentável (GS) na perspectiva dos gestores - Foi apontada existência de vulnerabilidade de dados na organização 4 devido ao fato de não realizar a etapa de destruição de dados dos REEE descartados
<p>Compreender as ações e os desafios enfrentados na articulação com os grupos corresponsáveis pela redução dos impactos socioambientais gerados pela gestão inapropriada de REEE –governo, fabricantes, varejistas e consumidores (fatores externos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ações: realização de parcerias para fortalecimento mútuo; realização de ações internas de conscientização socioambiental dos funcionários; eventos informativos como ferramenta de integração; diversificação de oferta de serviços; auditoria de empresas de grande porte - Desafios: cultural, educacional, logístico, mídia, inviabilidade financeira (impostos, recicladores) - Apesar do ordenamento legislativo de responsabilidade compartilhada o ônus do gerenciamento de REEE ainda está predominantemente recaído sobre a municipalidade (governo)

Fonte: Elaboração própria.

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam com a discussão que chama a atenção da sociedade para a crescente problemática do descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos e fortaleça o setor formal de tratamento de resíduos eletroeletrônicos munindo-os de informações atuais e relevantes para tomada de decisões gerenciais. Os resultados também se destinam a quaisquer outros agentes interessados em minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos nas regiões em que atuem, sejam eles servidores públicos atuantes na área de saneamento, consumidores de EEE ou outros atores sociais.

Um dos limites deste estudo diz respeito à análise feita pela perspectiva de gestores. Importante ressaltar que catadores independentes, cooperativas de catadores, sucateiros e assistências técnicas de informática não fizeram parte do objeto de estudo desta pesquisa,

ainda que, notoriamente sejam agentes importantes da cadeia de gestão de resíduos eletroeletrônicos. Outros limites verificados são a seleção de organizações regionais e a utilização de um framework único para medição de ecoeficiência.

Recomenda-se que estudos futuros sejam realizados em uma área de abrangência maior, se possível, a nível nacional para fins de comparação com outros países; sobre os fluxos de exportações de REEE a partir do Brasil; sobre a relação entre o tratamento de REEE e o alcance de múltiplas metas da Agenda 2030; considerando as rotas do fluxo de REEE pós-consumo por parte de empresas estudando-se os procedimentos adotados em todas as etapas até chegar à disposição final e/ou mercado secundário; dentre outros. Os autores avaliam que os REEE suscitam um vasto campo de pesquisa ainda a ser explorado no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amankwah-Amoah, Joseph (2016b). *Global business and emerging economies: Towards a new perspective on the effects of e-waste*, **Journal of Technological Forecasting and Social Change**, v. 105, p. 20–26. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.026>. Acesso em: 22 out. 2018.

Amankwah-Amoah, Joseph (2016a). *Navigating uncharted waters: A multidimensional conceptualisation of exporting electronic waste*, **Journal of Technological Forecasting and Social Change**, v. 105, p. 11–19. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.022>. Acesso em: 22 out. 2018.

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos: Logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos. In: Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro, RJ, 04 maio 2016.

Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. : **The Global E-waste Monitor – 2017**, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. ISBN Electronic Version: 978-92-808-9054-9. 2017. Disponível em: <https://globalewaste.org/map/>. Acesso em: 25 maio 2019.

Bauer, Martin W. & Gaskell, George (2002). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Petrópolis: Vozes.

Bardin, L. (2012) Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387. Disponível em: <http://www.reveduc.ufscar.br>. Acesso em: 05 out. 2019.

Bernard, H. R. (2005) **Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches**. Lanham, MD: AltaMira Press.

Besiou, M.; Georgiadis, P. & Van Wassenhove, L. N. (2010) **Official Recycling and Scavengers: Symbiotic or Conflicting?** INSEAD Working Paper No. 2010/78/TOM/INSEAD Social Innovation Centre. Disponível em: <mhttp://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1685277>. Acesso em: 28 mar. 2019.

Boeni, H.; Silva, U. & Ott, D. *E-waste recycling in Latin America: overview, challenges and potential*. (2008) In: **Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology**, Cancun, Mexico.

BRASIL. Casa Civil. **LEI Nº 12.305**, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 15 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. 2018. **Logística reversa**. Disponível em: <http://sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em: 29 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 2018. Disponível em: <http://sinir.gov.br/planos-de-residuos-solidos/planos-municipais-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos>. Acesso em: 18 abr. 2019.

BRASIL. Secretaria-Geral. **LEI Nº 13.709**, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709.htm. Acesso em: 18 abr. 2019.

Chen, Hong; Liu, Nan; He, Yuxuan. (2016) *Remanufacturing of electronic products in bonded port area across home and foreign markets*, **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, p. 309 – 334. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/IJLM-08-2014-0132>. Acesso em: 21 maio 2019.

Che, Z. H. (2009) *Using fuzzy analytic hierarchy process and particle swarm optimisation for balanced and defective supply chain problems considering WEEE/RoHS directives*, **International Journal of Production Research**, v. 48(11), p. 3355–3381. DOI: 10.1080/00207540802702080. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207540802702080>. Acesso em: 21 maio 2019.

Codel. **Coleta e descarte de lixo eletrônico**. Processo. 2019. Disponível em: <http://codelreciclagem.com.br/processo/>. Acesso em: 28 jun. 2019.

Creswell, John W. & Miller, Dana L. (2000) *Determining Validity in Qualitative Inquiry, Theory Into Practice*, 39:3, 124-130. **Routledge**. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2. Acesso em: 17 jul. 2019.

Culver, J. (2005) *The life cycle of a CPU*. Disponível em: <http://www.cpushack.com/life-cycle-of-cpu.html>. Acesso em: 11 abr. 2019.

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2005) Introduction: The discipline and practice of qualitative research. In: _____; _____ (Eds.). *The Sage Handbook of qualitative research*. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, p. 1 – 32.

Echegaray, F. & Hansstein, F. V. (2016) *Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil*, **Journal of Cleaner Production**, v. XXX, p. 1-11.

Giaretta, J. B. Z.; Tanigushi, D. G.; Sergent, M. T.; Vasconcellos, M. P. & Günther, W. M. R. (2010). Hábitos Relacionados ao Descarte Pós-Consumo de Aparelhos e Baterias de Telefones Celulares em uma Comunidade Acadêmica. **Saúde Soc. São Paulo**, v.19, n.3, p.674-684, 2010.

Guarnieri, P. & Seger, S. (2014). Elementos Econômicos da Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos, p.67-86. In: XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 240p. ISBN 978-85-352-7182-9.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). **O recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias**. 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/. Acesso em: 27 maio 2019.

International Telecommunication Union. (ITU) (2017). Status of the transition to Digital Terrestrial Television Broadcasting. Disponível em: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Pages/DSO/Default.aspx>. Acesso em: 25 maio 2019.

Islam, M. T., Abdullah, A. B., Shahir, S. A., Kalam, M. A., Masjuki, H. H., Shumon, R. & Rashid, M. H. (2016). *A public survey on knowledge, awareness, attitude and willingness to pay for WEEE management: Case study in Bangladesh*, **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 728–740. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.111. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616310071>. Acesso em: 23 maio. 2019.

Jayaraman, K.; Vejayan, S.; Raman, S.; Mostafiz, I. (2018) *The proposed E-Waste Management Model from the Conviction of Individual Laptop Disposal Practices-An Empirical Study in Malaysia*, **Journal of Cleaner Production**. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.125.

Koskela, M.& Vehmas, J. (2012) Defining eco-efficiency: *A case study on the finnish forest industry*. **Business Strategy and the Environment**, v. 21, n. 8, p. 546–566.

Lemos, P. F. I. & Mendes, J. M. A. (2014). Resíduos eletroeletrônicos e seus aspectos jurídicos no Brasil, capítulo 4, p.49-66. In: XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 240p. ISBN 978-85-352-7182-9.

Lima, A.F.O.; Sabiá, R. J.; Teixeira, R. N. P.; Sobreira Junior, F. A. V. (2015) Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. **Latin American Journal of Business Management**. v. 6, n. 2, p. 109-126. Taubaté, SP, Brasil.

Megginson, L. C.; Mosley, D. C.; Pietri, P. H. Jr. (1998). **Administração: Conceitos e Aplicações**. Tradução de Maria Isabel Hopp. 4 ed. São Paulo: Harbra.

Minayo, M. C. S. (2012) (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes.

Munck, Luciano; Cella-de-Oliveira; Flávio Augusto; Bansi, Ana Claudia. (2011) Ecoeficiência: uma análise das metodologias de mensuração e seus respectivos indicadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. São Paulo, v. 5, n. 3, p. 183-199, set./dez. DOI: 10.24857/rgsa.v5i3.453. ISSN: 1981-982X.

Munck, Luciano; Galleli, Bárbara; de Souza, Rafael Borim. (2013) Competências para a sustentabilidade organizacional: a proposição de um framework representativo do acontecimento da ecoeficiência, **Produção**, v. 23, n. 3, p. 652-669, jul./set. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000004>. Acesso em: 28 jun. 2019.

Ongondo, F.O., Williams, I.D., Cherrett, T.J. (2011) **How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes**. *Waste Management*. p.714–730.

ONU News. (2019) **Mundo produzirá 120 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano até 2050**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/mundo-produzira-120-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-por-ano-ate-2050-diz-relatorio/>. Acesso em: 05 jan. 2020.

ONU News. (2017) **Mundo produziu lixo eletrônico equivalente a 4,5 mil torres Eiffel**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/12/1603462-mundo-produziu-lixo-eletronico-equivalente-45-mil-torres-eiffel>. Acesso em: 18 abr. 2019.

Orlins, S., Guan, D. (2015) *China's toxic informal e-waste recycling: local approaches to a global environmental problem*. **Journal of Cleaner Production**. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.090>. Acesso em: 05 jan. 2020.

Paiva, A. L. O. (2017) **A Gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em Natal-RN/Brasil**. 137f. Dissertação. (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/23602>. Acesso em: 23 maio 2019.

Perkins, D. N.; Drisse, M. N. D.; Nxele, T.; Sly, P. D. (2014) E-Waste: *A Global Hazard*. *Icahn School of Medicine at Mount Sinai. Annals of Global Health*, 80:286-295.

Richter, J. L.; Koppejan, R. (2016) *Extended Producer Responsibility for Lamps in Nordic Countries: Best Practices and Challenges in Closing Material Loops*, **Journal of Cleaner Production**, v. 123, p. 167-179. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.06.131. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615008641>. Acesso em: 23 maio 2019.

Robinson, B. H. (2009) E-waste: *An assessment of global production and environmental impacts*. **Science of the Total Environment**, v. 408, p.183–19.

Santana, E. V. B., Elabras-Veiga, L. B. (2017) O Estado da Arte da Reciclagem de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. In: *6th International Workshop. Advances in Cleaner Production. Academic Work*. São Paulo. 24 a 26 de maio.

Tiossi, F. M. & Simon, A. T. & Ternero, E. M. (2017) **Sustentabilidade e Economia Circular: um estudo sistemático da literatura na última década**. XIX ENGEMA. ISSN: 2359-1048.

União Europeia. Diretiva RoHS. **Jornal Oficial** nº C 090 E de 16 abr. 2002, p. 0012 – 0018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1553801265343&uri=CELEX:52002AG0019>. Acesso em: 28 mar. 2019.

United Nations. *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. New York: Nações Unidas, 1987b. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.

Vinuto, J. (2014) A Amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, Campinas, 22, (44): 203-220, ago/dez. 2014.

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development. Eco-efficiency Learning Module*. 2006. Disponível em: <http://docs.wbcsd.org/2006/08/EfficiencyLearningModule.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.

Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Böni, H. (2005) **Global perspectives on e-waste**. *Environmental Impact Assessment Review* 25 (5), 436–458.

Yin, R. K (2015). *Estudo de Caso – Planejamento e Métodos*. (5a ed.) Porto Alegre: Bookman.