

Logística reversa para lixo eletrônico

Reverse logistics for electronic waste

Marilia Capuccio^a, Renata da Costa e Silva^b, Tamarciara Nava Alves^c,
Camila Aparecida de Carvalho^d, Edilson Farneda^e,
Graziela Ferreira Guarda^f

^a maricapuccio@gmail.com

^b renatabsb88@gmail.com

^c tamarcianava@gmail.com

^d caparecida@ucb.br

^e eferneda@pos.ucb.br / eferneda@gmail.com

^f grazielaferguarda@gmail.com

Resumo: Este trabalho aborda a Logística Reversa (LR) no setor de Informática. LR é um processo de planejamento, implementação e controle: (i) da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas e de produtos em processo ou prontos, e (ii) de informações relacionadas ao produto, entre seus pontos de consumo e de origem. LR tem sido considerada uma das estratégias para lidar com equipamentos de informática obsoletos, cujo volume vem tendo crescimento significativo nos últimos anos. O objetivo é diminuir os impactos das substâncias que compõem computadores e seus periféricos no meio ambiente e na saúde da população. A partir de uma abordagem exploratória, buscou-se identificar na literatura iniciativas brasileiras relacionadas à LR de material de informática. Concluiu-se que, apesar do Brasil contar com uma legislação avançada para o tratamento de resíduos sólidos e com significativa produção acadêmica sobre esse tema, são poucas as ações para a efetiva implementação dessa legislação, sobretudo pelo setor público.

Palavras chave: Logística reversa; Lixo eletrônico; Estratégia empresarial; Sustentabilidade.

Abstract: This work approaches Reverse Logistics (RL) in the Informatics sector. RL is a process of planning, implementing and controlling: (i) the efficiency and cost effectiveness of the raw materials flow, and in-process or finished products, and (ii) product-related information between its consumption and source points. LR has been considered one of the strategies to deal with obsolete computer equipment, whose volume has been growing significantly in recent years. The goal is to reduce the impacts of the substances that make up computers and their peripherals on the environment and the health of the population. From an exploratory approach, we sought to identify in the literature Brazilian initiatives related to the LR of computer material. It is concluded that, although Brazil has advanced legislation for solid waste treatment and significant academic production on this topic, there are few actions for the effective implementation of this legislation, especially by the public sector.

Keywords: Reverse Logistics, Electronic sector, Business strategy, Sustainability.

1. Introdução

A conscientização cada vez maior da sociedade contemporânea em relação preservação dos recursos naturais tem pressionado o setor produtivo a tornar seus processos sustentáveis. Assim, a logística, mais especificamente, a logística reversa (LR), vem sendo considerada relevante no contexto das estratégias organizacionais. Se, por sua vez, Ballou (2006) define logística como um processo que visa atender aos

requisitos dos consumidores, para Christopher (1999), gerenciar os fluxos reversos pode trazer outras possibilidades de ganho de valor.

Considerando o atual ambiente competitivo nas organizações, se faz necessário a otimização dos processos. Braga Júnior et al. (2006), entendem que não é um processo que visa apenas a redução o impacto ambiental, mas, associado a um gerenciamento financeiro efetivo, assume um papel fundamental para criação de vantagem competitiva. Segundo Meglioni

(2012), a alta competitividade presente no mercado, impulsionou a evolução das tecnologias e forçou as empresas a adaptar suas estratégias e atentar-se à gestão de custos. Rogers & Tibben-Lembke (1998) apresentam os seguintes motivos para o investimento em LR, entre outros: (i) legislações ambientais cada vez mais restritivas; (ii) potenciais benefícios econômicos do retorno de produtos ao processo de produção; (iii) crescimento da conscientização ambiental da sociedade e (iv) vantagens competitivas.

A rápida evolução tecnológica, com constantes inovações, com consequentes novas versões dos produtos e melhora de rendimento e uso, faz com que os artigos de informática (como computadores, softwares e periféricos), tenham um ciclo de vida cada vez mais curto. Por exemplo, a vida útil de computadores é algo em torno de três a quatro anos, sobretudo devido ao aparecimento de novas versões de aplicativos e de sistemas operacionais, tornando esses equipamentos obsoletos (Celinski et al. 2011). Por isso, a quantidade de lixo eletrônico gerado é significativa.

O lixo eletrônico possui características específicas, sobretudo pelo seu potencial de contaminação do meio ambiente, em função das substâncias tóxicas que podem liberar, com riscos consideráveis à saúde (Mucelin & Bellini 2008). Quando descartados como lixo comum, as substâncias químicas presentes nos componentes eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, podem penetrar no solo e nos lençóis freáticos. Portanto, esse tipo de lixo demanda grande atenção em relação a seu descarte. Uma das formas de mitigar os problemas decorrentes do descarte de lixo eletrônico é o retorno do produto ou de partes dele à sua origem, haja vista que muitos dos componentes existentes desse material poderiam ser reaproveitados por seus fabricantes ou outras empresas.

Há algumas décadas, pouco se falava em LR, por não serem economicamente justificáveis. Atualmente, sobretudo no contexto dos dispositivos de informática, esse cenário se alterou, não apenas quanto à viabilidade econômica (Rodrigues 2016), mas também pela pressão social quanto à responsabilidade ambiental (Matts et al. 2008). No entanto, apesar de já haver legislação brasileira referente a resíduos sólidos (Brasil 2010), considerada avançada em relação ao resto do mundo (Juras 2012), e haver iniciativas de sua implantação (Confederação

Nacional dos Municípios, 2011), estas ainda são bastante incipientes no país.

Diante do cenário apresentado, e considerando o pressuposto de que a LR ainda apresenta entraves e desafios ao longo de toda a cadeia reversa de suprimentos, surgem alguns questionamentos sobre como vem acontecendo, no Brasil, o uso desse tipo de logística no contexto dos equipamentos de informática descartados.

2. Aspectos metodológicos

A partir a classificação proposta por Gil (2007), quanto à abordagem, esta pesquisa é qualitativa, visto que não se procura enumerar ou mensurar aspectos relacionados aos temas estudados. Quanto à natureza, é uma pesquisa aplicada, pois busca a compreensão de como a LR pode vir a mitigar o problema dos resíduos gerados pela obsolescência de equipamentos eletrônicos e, mais especificamente, de informática. Quanto aos objetivos, esta é uma pesquisa exploratória, uma vez que busca “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito” (Gil 2007). Quanto aos procedimentos, esta pesquisa é bibliográfica, haja vista que a argumentação deste trabalho foi construída a partir de uma pesquisa bibliográfica.

Este trabalho teve início com a realização de uma bibliometria centrada no termo “Logística Reversa”, refinando-se a seguir para a logística reversa de produtos de informática. Para isso, foi utilizada a base terciária Scopus, consultada a partir do Portal de Periódicos da Capes. Foi a partir dessa pesquisa que se chegou ao conjunto principal de artigos que subsidiaram este Trabalho de Conclusão de Curso. Outra fonte utilizada foi o *Google Academics*. Dentre os trabalhos identificados, foram inicialmente considerados aqueles que contavam com os termos “Logística Reversa” e “lixo eletrônico” (ou termos similares) no título, abstract ou palavras chave do trabalho. Destes, foram então excluídos aqueles que, após leitura do abstract, não se mostravam inteiramente em consonância com o tema em estudo.

3. Bibliometria sobre logística reversa para lixo eletrônico

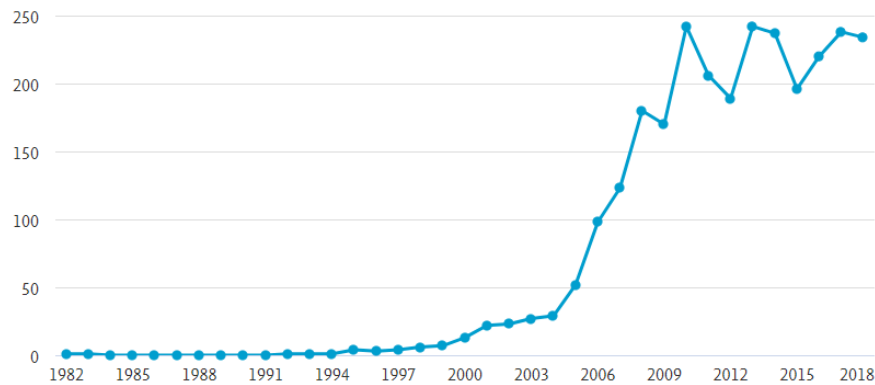
A busca a partir do termo “reverse logistics”, limitados a artigos e trabalhos em congresso entre até 2018, resultou em 2770 trabalhos,

distribuídos no tempo conforme mostrado na Figura 1. Identificou-se que apesar das primeiras publicações tratando sobre LR datarem de 1982, somente no início deste século o tema se tornou relevante junto à comunidade científica, com um número crescente de trabalhos nesta área desde então. As Figuras 2 e 3

representam, respectivamente, os países com maior produção acadêmica sobre LR e as áreas em que esses trabalhos estão contextualizados. Nota-se uma forte correlação entre as dimensões dos países de origem dos artigos com a produção científica na área.

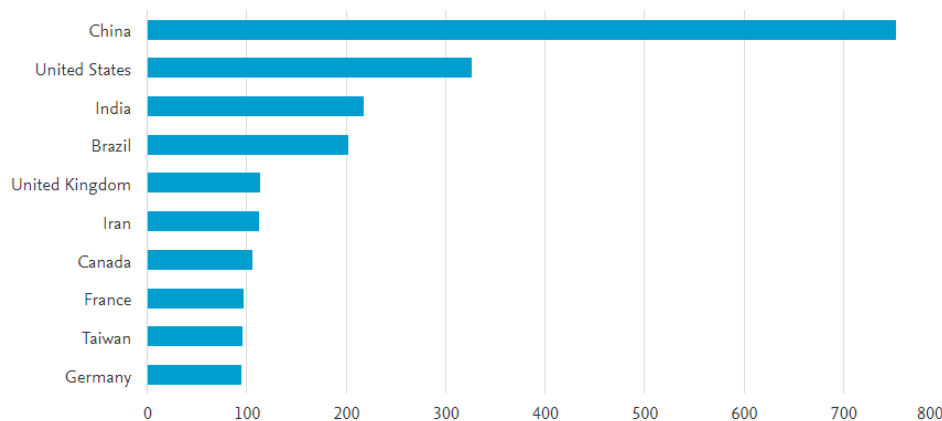
Ao filtrar os trabalhos levantados para

Figura 1: Evolução do número de trabalhos publicados sobre o tema Logística Reversa.



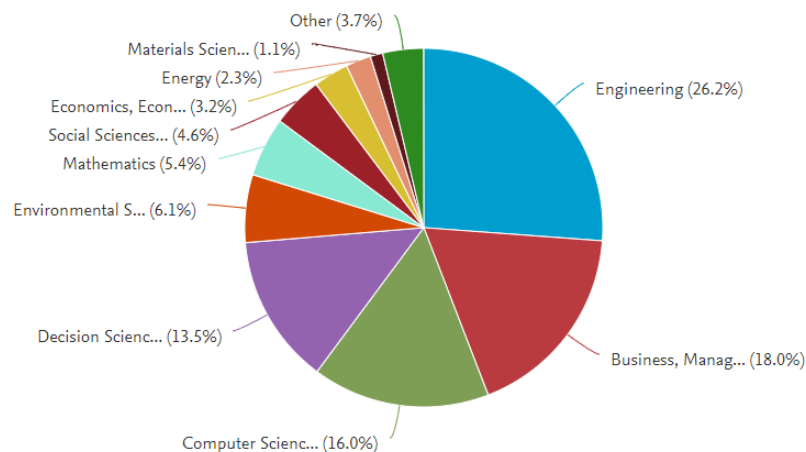
Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 2: Países com maior produção acadêmica sobre o tema Logística Reversa.



Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 3: Áreas em que os trabalhos sobre o tema Logística Reversa encontrados estão contextualizados.

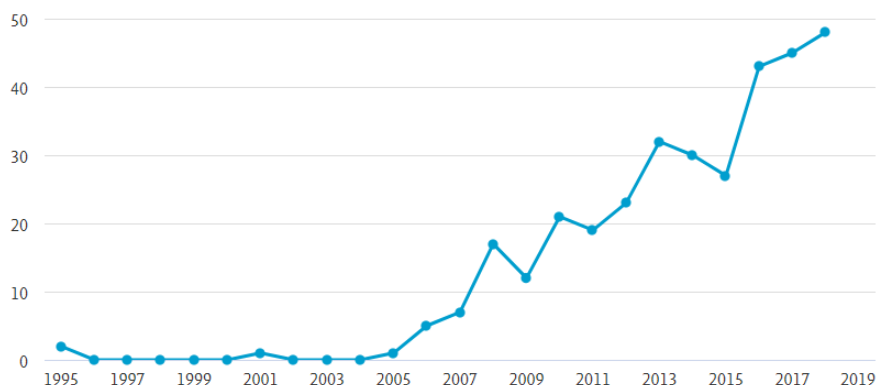


Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

identificar aqueles que tratam do tema Lixo Eletrônico (em inglês, *e-Waste* ou *Electronic Waste*), chegou-se a 333 trabalhos, conforme mostrado nos gráficos das Figuras 4, 5 e 6.

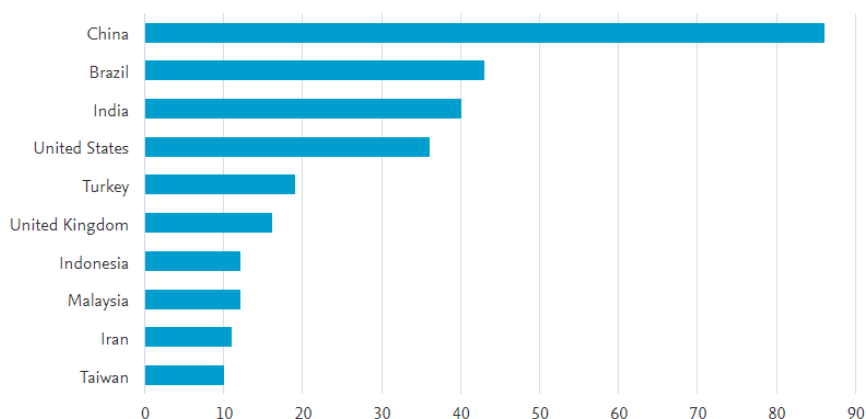
Nota-se que, enquanto o Brasil ocupa a 4ª posição mundial na produção científica sobre LR, passa a ser 2º colocado quando se trata de LR para lixo eletrônico. A produção científica

Figura 4: Evolução do número de trabalhos publicados sobre a confluência entre os temas Logística Reversa e Lixo Eletrônico.



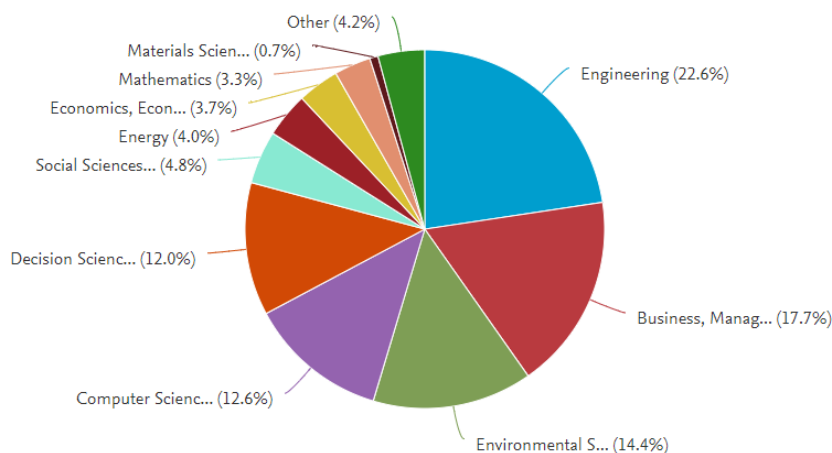
Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 5: Países com maior produção acadêmica sobre a confluência entre os temas Logística Reversa e Lixo Eletrônico.



Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 6: Áreas em que os trabalhos sobre a confluência entre os temas Logística Reversa e Lixo Eletrônico encontrados estão contextualizados.



Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

brasileira sobre os temas em análise, 202 trabalhos sobre LR e 43 em sua relação com Lixo Eletrônico, conforme mostrado nas Figuras 7, 8, 9 e 10, reforçam a ideia de que a comunidade acadêmica brasileira concernente ao tema está em sintonia e preocupada com os impactos dos resíduos de equipamento eletroeletrônicos no meio ambiente e para a sociedade. Confirma também a relevância do tema como objeto de estudo, particularmente para a área de Administração que, embora corresponda a algo em torno de 17% no mundo, no Brasil, essa produção alcança pouco mais de 12%.

4. Logística reversa

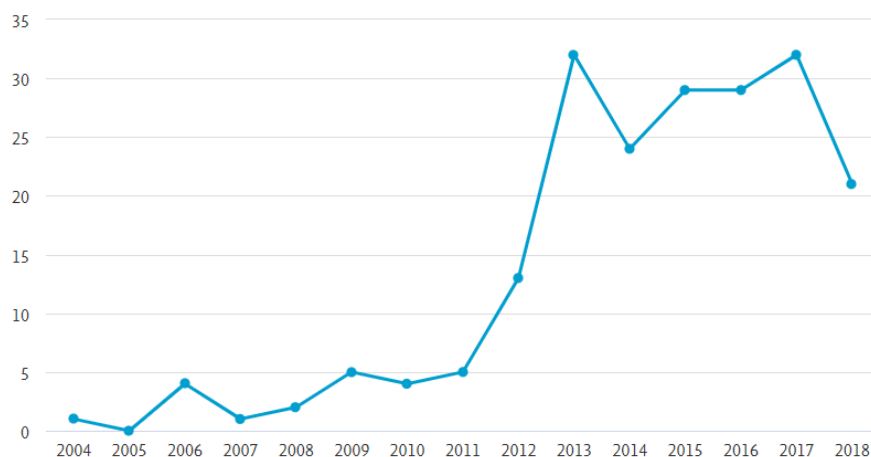
Até recentemente, pensava-se em logística apenas em relação ao fluxo que ia do produtor ao ponto de venda de bens de consumo, sendo lidada apenas a transportes e depósitos

relacionadas à atividade de vendas. Era considerada como custos e sem influência direta no planejamento estratégico organizacional (Ballou 2008; Hong 1999; Alt & Martins 2003). Nessa linha, Martins e Laugen (2003) afirmam:

A logística constitui um conjunto de técnicas de gestão da distribuição e transporte dos produtos finais, do transporte e manuseio interno às instalações e do transporte das matérias-primas necessárias ao processo produtivo. (Martins & Laugen 2003, p. 5)

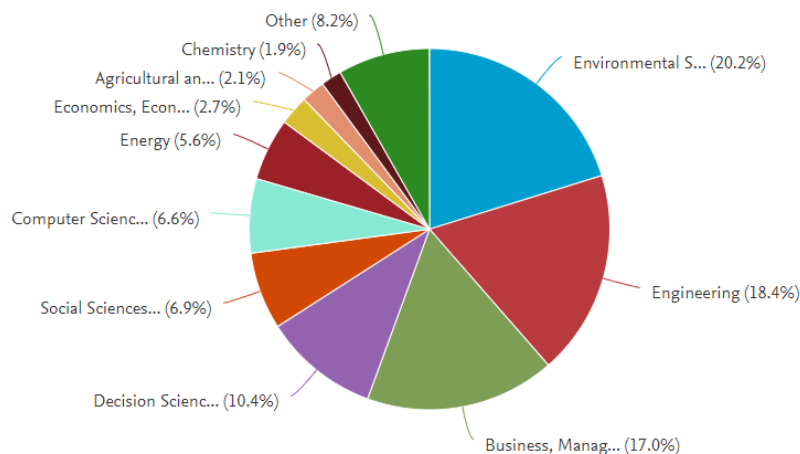
Outros aspectos relacionados à LR podem ser encontrados na literatura. Leite (2003) a logística reversa é a área da logística empresarial que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios por intermédio da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico e legal. Diversos outros trabalhos

Figura 7: Evolução do número de trabalhos brasileiros publicados sobre o tema Logística Reversa.



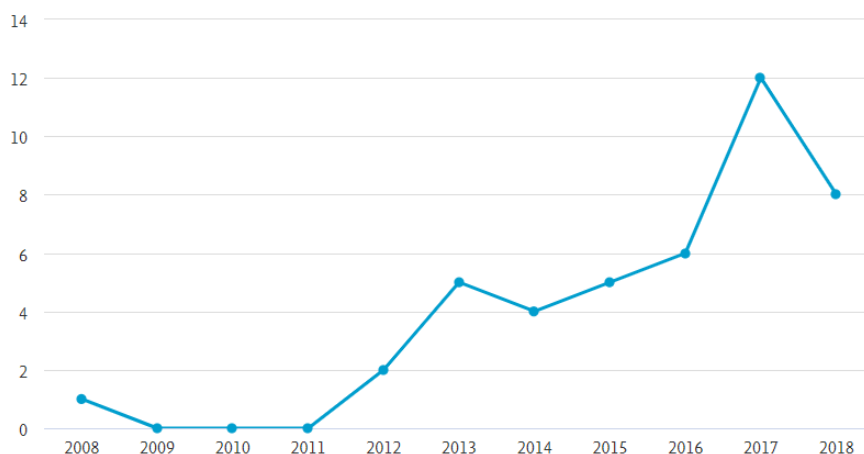
Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 8: Áreas em que os trabalhos brasileiros sobre o tema Logística Reversa encontrados estão contextualizados.



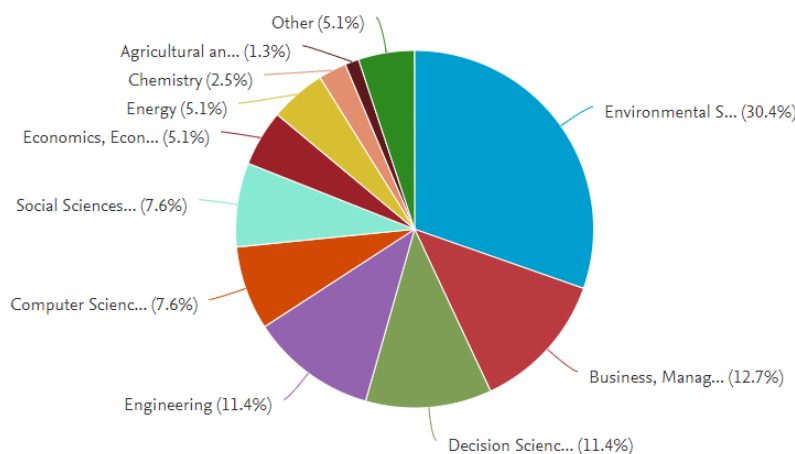
Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 9: Evolução do número de trabalhos brasileiros publicados sobre a confluência entre os temas Logística Reversa e Lixo Eletrônico.



Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

Figura 10: Áreas em que os trabalhos brasileiros sobre a confluência entre os temas Logística Reversa e Lixo Eletrônico encontrados estão contextualizados.



Fonte: Elaborado a partir de consulta à base SCOPUS (set. 2019).

posicionam a LR no contexto da gestão de cadeia de suprimentos (Baptista et al. 2018; Soares 2015; Santos et al. 2019; Leite et al. 2015).

A logística reversa está ligada ao mesmo tempo, a questões legais, ambientais e as econômicas, o que coloca em destaque e faz com que seja imprescindível o seu estudo no contexto organizacional, porque é o processo por meio das quais as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficientes por intermédio da reciclagem, reuso e redução da quantidade de materiais usados (Carter & Ellram 1998; Koppicki et al. 1993; Kroon & Vrijens 1995; Stock 1992, 1998).

De acordo com Shibao et al. (2010), historicamente, LR era associada sobretudo a atividades de reciclagem de produtos e a aspectos ambientais, ideia essa é reforçada por Carter e Ellram (1998), que a consideram o processo pelo

qual as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficientes por intermédio da reciclagem, reuso e redução da quantidade de materiais usados.

A cobrança cada vez maior, por parte da sociedade contemporânea, do setor produtivo quanto a aspectos ambientais, fez com que a logística no sentido inverso, ou logística reversa (LR), crescesse em relevância como estratégia empresarial para a sustentabilidade (Shibao et al. 2010). Hoje, LR está ligada também a questões legais, ambientais e econômicas, o que a coloca em destaque e a torna imprescindível no contexto organizacional, sendo visto, inclusive, como um diferencial competitivo (Caixeta Filho & Martins, 2010).

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (2001), o reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis têm trazido

ganhos que estimulam cada vez mais iniciativas e esforços para implantação da LR, visando eficiência na recuperação de produtos. Para os autores, a LR pode ser definida como a área da Logística Empresarial responsável pelo planejamento, operação e controle dos fluxos reversos de matérias-primas, estoques de processo, produtos acabados e as respectivas informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar seu destino, podendo gerar diversos benefícios que originam ganhos de competitividade e se refletem nas esferas econômica, social e ambiental.

De acordo com Wille e Born (2012),

O objetivo principal da logística reversa é a gestão e a distribuição do material descartado tornando possível o retorno de bens ou materiais constituintes ao ciclo produtivo agregando valor econômico, ecológico, legal e de localização ao negócio.

Lacerda (2005, p. 2) define LR como:

[...] o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado.

Por sua vez, o *Council of Logistic Management*, que em 2004 alterou seu nome para *Council of Supply Chain Management Professionals*, principal organização de logística dos EUA,

Logística é aquela parte do processo da cadeia de abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e estocagem eficiente e eficaz de produtos, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem ao ponto de consumo, a fim de atender as necessidades dos clientes.

Leite (2003) faz um levantamento da evolução do conceito de LR e apresenta a sua definição:

Logística Reversa como a 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, através dos Canais de Distribuição Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros. (Leite 2003, p. 16-17)

Se na atividade logística tradicional a responsabilidade termina no momento que os bens

comercializados chegam ao consumidor final, na LR essa responsabilidade é estendida, encerrando-se somente após a destinação correta de seu produto (Pereira et al. 2012; Bartholomeu & Caixeta Filho, 2011). Nesse contexto, Leite (2003) identifica duas grandes áreas de atuação da LR: a de pós-consumo e a de pós-venda. Assim, segundo esse autor:

– [LR] de Pós-Venda [...], que se ocupa do equacionamento e operacionalização do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós - venda, sem uso ou com pouco uso, que por diferentes motivos retornam aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta, que se constituem de uma parte dos Canais Reversos pelo qual fluem estes produtos. Seu objetivo estratégico é o de agregar valor a um produto logístico que é devolvido por razões comerciais, erros no processamento dos pedidos, garantia dada pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento no produto, avarias no transporte, entre outros motivos. Este fluxo de retorno se estabelecerá entre os diversos elos da cadeia de distribuição direta dependendo do objetivo estratégico ou motivo de seu retorno.

– [LR] de Pós-Consumo [...], que igualmente equaciona e operacionaliza o fluxo físico e as informações correspondentes de bens de pós-consumo descartados pela sociedade em geral que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo através de canais de distribuição reversos específicos. Constituem-se bens de pós-consumo os produtos em fim de vida útil ou usados com possibilidade de utilização e os resíduos industriais em geral. Seu objetivo estratégico é o de agregar valor a um produto logístico constituído por bens inservíveis ao proprietário original, ou que ainda possuam condições de utilização, por produtos descartados por terem atingido o fim de vida útil e por resíduos industriais. Estes produtos de pós-consumo poderão se originar de bens duráveis ou descartáveis e fluírem por canais reversos de Reuso, Desmanche, Reciclagem até a destinação final.

Para Leite (2003), a LR de pós-consumo é responsável pelo fluxo físico e de informações referente a bens de pós-consumo que necessitam retornar a cadeia de distribuição devido a: (i) condições de uso, quando podem ser reutilizados; (ii) fim de vida útil, quando alguns de seus componentes podem ser reaproveitados ou remanufaturados; (iii) resíduos ambientais, quando seu descarte incorreto traz riscos ao meio ambiente. A logística reversa de pós-venda é responsável pelo fluxo físico e de informações referente a bens de pós-venda que

necessitam retornar a cadeia de distribuição devido a problemas: (i) de garantia/qualidade: quando apresentam avarias ou defeito de fabricação ou de funcionamento; (ii) comerciais, seja por excesso de estoque, término de validade, necessidade de *recall*, entre outros; e (iii) substituição de componentes, para fins de manutenção ou consertos.

Neste trabalho, trataremos exclusivamente da LR pós-consumo de produtos eletrônicos, mais especificamente os de informática. Um dos entraves da logística reversa de lixo eletrônico é o alto custo de sua destinação adequada, além de ser uma classe de resíduos geograficamente pulverizados, o que dificulta sua coleta efetiva (Vieira et al. 2009; Lavez et al. 2011).

5. Lixo eletrônico

Obsolescência programada (“criado para ir para o lixo”) é uma das estratégias de aceleração do consumo. Se, por um lado, a relação dialógica entre a evolução tecnológica e a adoção dessa estratégia em nível global tem sucesso no aquecimento da economia, por outro acarreta diversos outros problemas, sobretudo em relação à sustentabilidade e ao meio ambiente (Rossini & Napolins, 2017). Seguindo a lógica dessa sociedade do consumo (“comprar, descartar e comprar novamente”), produtos rapidamente transformam-se em resíduos.

Lixo eletrônico é todo e qualquer tipo de material produzido a partir do descarte de equipamentos eletrônicos (Robinson 2009). Resíduos eletrônicos em particular podem ser nocivos

tanto do ponto de vista ambiental quanto a saúde humana, visto que contêm quantidades significativas de metais pesados, gases de efeito estufa, entre outros. O Quadro 1 demonstra as principais substâncias utilizadas no processo de industrialização dos equipamentos eletrônicos, correlacionada aos malefícios à saúde humana. Esses problemas podem ser consequência de manipulação direta ou quando são jogados em lixo comum e vai para em um aterro sanitário.

Como forma de lidar com essa realidade, estudos mostram a viabilidade de se reciclar parte dos Componentes presentes em computadores (Prince 2006). A Tabela 1 apresenta a quantidade de metais pesados, que corresponde a 77% dos componentes de um computador, e quanto desse material poderia ser reciclado.

Entre as medidas para diminuir o descarte do lixo eletrônico estão (Barsa Saber 2019):

1. Procurar locais de descarte correto. *A maioria das cidades possui algum local próprio para o descarte de eletrônicos, seja para reutilização ou para reaproveitamento de suas peças. Deve-se entrar em contato com entidades com foco em reciclagem e informar-se sobre a possibilidade. Ao descartar seus eletrônicos, é preciso certificar-se de que estejam limpos e sem nenhuma peça solta. Deve-se enrolar fios em torno dos aparelhos, de modo que não se soltem nem quebrem. Assim, eles ficam melhor conservados para serem reaproveitados.*
2. Parar de se render ao apelo publicitário. *Trocar de celular ou de computador todo ano (a não ser que seja estritamente necessário para*

Quadro 1: Os vilões dos eletrônicos.

Substância	Produto	Possíveis consequências
Mercúrio	Computador, monitor e TV de tela plana	Danos no cérebro e no fígado
Cádmio	Computador, monitores de tubo e baterias de laptops	Envenenamento, problemas nos ossos, rins e pulmões
Arsênico	Celulares	Pode causar câncer nos pulmões, doença de pele e prejudicar o sistema nervoso
Berílio	Computadores e celulares	Causa câncer nos pulmões
Retardantes de chamas (BRT)	Usado para prevenir incêndios em diversos eletrônicos	Problemas hormonais e nos sistemas nervoso e reprodutor
Chumbo	Computador, celular e televisão	Causa danos aos sistemas nervoso e sanguíneo
Bário	Lâmpadas fluorescentes e tubos	Edema cerebral, fraqueza muscular, danos ao coração, fígado e baço
PVC	Usados em fios para isolar corrente	Se inalado pode causar problemas respiratórios

Fonte: Secretaria de Educação do Estado do Paraná (s.d.)

Tabela 1: Metais pesados em um computador, percentual de integração e reciclabilidade.

Material	Parte do computador aonde é encontrado	% no computador	% reciclável
Alumínio	Estrutura, conexões	14,1723	80
Bário	Válvula eletrônica	0,0315	-
Berílio	Condutivo térmico, conectores	0,0157	-
Cádmio	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores	0,0094	-
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6,2988	5
Cobalto	Estrutura	0,0157	85
Cobre	Condutivo	6,9287	90
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	0,0063	70
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70
Ferro	Estruturas, encaixes	20,4712	80
Gálio	Semicondutor	0,0013	-
Germânio	Semicondutor	0,0016	60
Índio	Transistor, retificador	0,0016	60
Manganês	Estruturas, encaixes	0,0315	-
Mercúrio	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores	0,0022	-
Níquel	Estrutura, encaixes	0,8503	80
Ouro	Conexão, condutivo	0,0016	99
Prata	Condutivo	0,0189	98
Sílica	Vidro	24,8803	-
Tântalo	Condensador	0,0157	-
Titânio	Pigmentos	0,0157	-
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	0,0002	-
Zinco	Bateria	2,2046	60
		76,9829	

Fonte: MCC (2007)

- o seu trabalho) não faz o menor sentido se ele estiver funcionando e servindo às suas necessidades. Dessa forma, evita-se gastar dinheiro e poluir o meio ambiente.*
3. Verificar se é necessário trocar o computador. *Se for imprescindível, deve-se comprar um novo, porém, é interessante doar o antigo para uma pessoa que precise dele, um amigo, uma instituição, etc.*
 4. Estender a vida útil dos equipamentos. *No caso dos computadores, por exemplo, muitas vezes a lentidão se deve aos arquivos perdidos e lixo deixado pelo sistema operacional. Os vírus também podem deixar o computador lento. Uma solução seria fazer um backup dos arquivos e depois formatar o computador, reinstalando novamente o sistema operacional. Passar um antivírus no software pode resolver o problema sem a necessidade da formatação.*
 5. Doar para museus. *Se estiver se descartando algum tipo de dispositivo muito antigo, pode ser que existam instituições interessadas em obtê-lo. Computadores e outros aparelhos de décadas passadas já podem ser considerados artigos de museu. Deve-se buscar informações sobre esse tipo de coleção na cidade ou estado e entrar em contato para saber a melhor forma de doar. Em vez de simplesmente jogar fora, é importante contribuir para a cultura da sua região.*
 6. Desfazer-se do equipamento. *Deve-se vender o computador ou as peças separadamente (no caso de desktops pode-se vender separadamente a CPU, monitor, teclado, mouse, caixas de som ou mesmo peças individualmente) por um preço mínimo, a fim de que alguém possa reaproveita-lo. Sites de leilão também pode ser uma boa alternativa.*
 7. Bateria. *Os principais fornecedores desse produto têm urnas em todas as lojas das operadoras e oficinas autorizadas para o descarte das baterias.*
 8. Logística reversa. *Muitas empresas fabricantes de eletrônicos e as operadoras de celular já recebem de volta os aparelhos usados. Deve-se ligar para a operadora ou até mesmo*

ir à loja onde o novo equipamento foi adquirido para se informar.

9. Preservação do meio ambiente. *Utilizar como critério de compra, além do preço, a responsabilidade que a empresa assume para com o meio ambiente.*

Segundo dados das Nações Unidas (Baldé et al. 2017), a quantidade de lixo eletrônico está crescendo em todo o mundo, atingindo mais de 40 milhões de toneladas de produtos eletrônicos descartados em 2014. O Brasil produz 1,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico, o que corresponde a 37% do lixo eletrônico da América Latina, sendo que 96,8 mil toneladas são computadores pessoais, e 17 mil impressoras. Somos o segundo maior gerador desse tipo de resíduo no continente americano, atrás apenas dos Estados Unidos, que produziram 6,3 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mesmo período. E boa parte desse volume não é reciclado e tem destinação inadequada, indo parar em lixões a céu aberto, contaminando o meio ambiente e a saúde das pessoas.

O Brasil conta com regulamentação, definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, institucionalizada por meio da Lei nº 12.305 (Brasil 2010). No entanto, percebe-se falta de interesse do poder público, só recentemente, devido a catástrofes na área de resíduos provenientes de atividades de mineração, vieram à tona questões relativas a ações e penalidades decorrentes do descaso do setor produtivo. A PNRS pode ser considerada um marco relevante por tratar de todos os resíduos sólidos (domésticos, industriais, eletroeletrônicos, entre outros) e de rejeitos, visando incentivar o descarte correto, envolvendo a sociedade como um todo (fabricantes, importadores, distribuidores, e comerciantes, consumidores, titulares de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos). É chamada responsabilidade compartilhada pelo ciclo do produto, cujos objetivos, no contexto da referida Lei, são: (i) redução da geração de resíduos sólidos, (ii) redução do desperdício de materiais, (iii) redução da poluição, (iv) redução dos danos ambientais e (v) estímulo ao desenvolvimento de mercados, produção e consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis. No entanto, o prazo inicialmente estabelecido para sua implantação, em 2014, vem sendo adiado, tendo passado para 2021. Além disso, é preciso estabelecer normas complementares sobre o acesso a recursos federais relacionados ao tema.

6. Logística reversa de lixo eletrônico

De acordo com Ferreira et al. (2016), os principais atores da LR são: (i) os elos da cadeia de suprimentos direta (coletores, especialistas em reciclagem, fundações ou organizações voltadas para o tema, cooperativas, entre outros), (ii) os especializados em cadeias reversas (fornecedores, coletores e processadores) e (iii) as instituições governamentais. Empresas podem atuar em mais de um dos elos da cadeia reversa do lixo eletrônico.

Em relação às cadeias de suprimentos reversas, as instituições governamentais veem atuando por meio da criação de leis e normas para a adequação e regulação do manuseio e do descarte de resíduos considerados nocivos à saúde pública e ao meio ambiente. Nesse sentido, devido às características de toxicidade do lixo eletrônico, justifica-se a criação de canais reversos específicos e devidamente regulamentados (Selpis et al. 2012; Carvalho & Xavier 2014).

Ferreira et al. (2016) propõem um fluxograma de processos reversos para equipamentos eletroeletrônicos (Figura 11), onde são considerados cada um dos três elos das cadeias reversas (Fornecedores, Coletores e Processadores). Os autores assim esclarecem esse fluxograma:

Após o descarte do material, ou a geração de resíduos por parte dos fornecedores, os coletores irão realizar a coleta. De acordo com Souza (2006), quando a coleta é domiciliar, os geradores de pequeno porte irão transportar esses resíduos para os pontos de coleta, para que as grandes associações de coleta possam recolher esses resíduos. Quando a coleta é seletiva, a empresa especializada recolhe os resíduos no próprio estabelecimento de origem. Segundo Leite (2003), se a coleta for informal, após a coleta, os coletores vendem os resíduos coletados para sucateiros, como já mencionados no texto, e estes vendem para as indústrias da reciclagem. Porém esses resíduos precisam passar por um processo de triagem, para identificar o tipo de material recolhido - eletrodoméstico, informática e telefonia - depois efetuar um processo de descaracterização, no qual irá se verificar se eles apresentam propriedades recicláveis pois, se não apresentarem, devem ser direcionados para uma destinação final adequada, explicada melhor anteriormente. Caso o material seja reciclável, deverá ser direcionado ao transporte para os processadores.

Ainda de acordo com Leite (2003), nos processadores irá ocorrer o descarregamento desses materiais. Caso apresentem condições de reutilização, tais materiais serão inseridos para o

Quadro 2: Iniciativas voltadas para o descarte de lixo eletrônico

Empresa	Descrição
E-Cycle	Você digita seu CEP, marca o que quer descartar e a plataforma aponta os postos de coleta mais próximos de seu local.
Apple	Oferece código para envio gratuito de qualquer produto pelos Correios.
Sony	A Sony coleta pilhas e baterias em postos autorizados ou nas lojas da marca.
Samsung	Eletrônicos e cartuchos são retirados pela empresa em casa com agendamento pelo site.
Positivo	Há um SAC com informações sobre a reciclagem e postos de coleta mais próximos.
Dell	Recolhe produtos em todo o país, com agendamento pelo site.
Lenovo	Informa o melhor local para a coleta.
Santander	As pilhas e baterias portáteis podem ser descartadas nos postos de coleta disponibilizados pelo Programa Abinee Recebe Pilhas.

Fonte: Ser Melhor (s.d.)

processo de reciclagem, serão encaminhados para o mercado secundário de matérias-primas (MP), para serem comercializados como matérias-primas que podem ser utilizados em objetos e equipamentos semelhantes ou não à sua origem.

importância de adotarem tais iniciativas, considerando todos os seus desdobramentos de suas iniciativas econômicas, sociais e ambientais para a sustentabilidade do próprio negócio e da própria sociedade.

7. Iniciativas brasileiras de logística reversa para lixo eletrônico

No Brasil, é a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tratada na Lei nº 12.305, promulgada em 02 de agosto de 2010, foi um importante marco regulatório para a indução de hábitos sustentáveis de consumo e de cuidados com a destinação dos resíduos sólidos. Também importante é o papel do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que, desde 1998, elabora resoluções sobre o manuseio de resíduos e critérios e padrões para o gerenciamento ambiental (CONAMA 1999). Apesar disso, pouco ou quase nada vem sendo discutido pela sociedade e, conseqüentemente, pelo poder público brasileiro (Carvalho et al. 2016; Santos et al. 2014; Paula e Silva 2015; Gutierrez et al. 2017), em relação a resíduos eletrônicos, há algum tempo algumas iniciativas do setor privado já podem ser encontradas, sobretudo em relação ao uso de logística reversa, como pode ser constatado no Quadro 2 (Andrade et al. 2010). Faria et al. (2016) apresentam um comparativo entre as ações de sustentabilidade de duas indústrias de computadores brasileiras e corroboram a preocupação de algumas empresas do setor com aspectos de sustentabilidade dos processos e produtos de TI, mas que tal postura não é homogênea. Concluem que:

Há necessidade de maior conscientização das empresas brasileiras da indústria digital para a

Trabalhos como o de Cardoso (2019) apontam para a necessidade de investimentos em projetos para aproveitamento de resíduos sólidos, e o papel relevante das municipalidades para que frutos possam ser colhidos a médio e longo prazo. Dentre os fatores de sucesso apontados destacam-se a necessidade de uma abordagem integrada das políticas que não considerem lixo e meio ambiente separadamente e a importância de parcerias com a academia. No Brasil, são poucas as ações do poder público nesse sentido, de forma que merecem destaque as iniciativas da Prefeitura de Maringá (Callefi 2018). No entanto, iniciativas como essa não é regra. Ao contrário, infelizmente é uma exceção.

Entre as instituições que veem mostrando interesse pelo tema são as instituições de ensino. Andrade et al. (2010) destacam ainda o projeto da Universidade de São Paulo (USP) que, a partir da constatação de que 10% de seus milhares de equipamentos de TI (microcomputadores, impressoras e equipamentos de rede) se tornam obsoletos a cada ano, buscou formas de lidar com esse problema. Surge então o projeto 'Criação de Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico', proposto pelo seu Centro de Computação Eletrônica (CCE-USP), com o objetivo de "garantir o fim sustentável do lixo digital, através de sua reutilização ou reciclagem". O projeto é composto de três fases: (i) coleta e classificação (e separação) detalhada dos resíduos eletroeletrônicos; (ii) busca e identificação de empresas parceiras de reciclagem e das

empresas fornecedoras de equipamentos eletroeletrônicos verdes e em consonância com a diretiva europeia RoHS (Comunidade Europeia 2002)¹, além de serem certificadas com as normas ISO 9001² (ABNT 2015) e ISO 14001³ (ABNT 2004); (iii) criação do Centro de Descarte e Reciclagem de Lixo Eletrônico (CEDR), responsável pela gestão destes resíduos e pesquisas/estudos práticos para aprimoramento desta gestão.

Entre os resultados positivos desse projeto estão: (i) a criação de um *Selo-verde*, que consiste atribuir um selo a todo equipamento de informática e telecomunicações verde adquirido pela USP, de forma a incutir na Instituição um comprometimento o cuidado ambiental; (ii) promoção de transparência e controle social, ao disponibilizar dados descritivos sobre melhores práticas sobre como lidar com o lixo eletrônico, desde a aquisição até o descarte, relacionando as empresas que atuam na cadeia de reciclagem, levando a parcerias com entidades dos setores público, social ou privado; (iii) a conscientização e a participação da comunidade acadêmica. A expectativa era que a venda do lixo eletrônico pudesse gerar recursos suficientes para tornar o projeto autossustentável.

Inspirado no projeto da USP, Andrade et al. (2010) analisaram o fluxograma do processo gerencial dos resíduos relativos a equipamentos de informática realizado em três instituições de ensino superior de Natal (RN). Evidenciaram-se semelhanças no processo adotado, diferenciando-se apenas quanto à destinação final desses resíduos: (i) leilão para sucateiros, (ii) acumulação em depósito e (iii) doação para entidades de ensino e comunidades carentes. Os autores destacam que “a única atitude de gestão dos resíduos é o reaproveitamento, os quais acontecem por motivos financeiros em todas as Instituições”.

Louváveis também são as iniciativas de instituições de ensino como o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC/SC) e a Sociedade Educacional de Santa Catarina (SOCIESC) (Pontes et al. 2015). Nota-se, no entanto, que em nenhuma das iniciativas apresentadas considera-se a logística reversa uma possível

estratégia para mitigar o problema do acúmulo de lixo eletrônico.

Nesse sentido, destacam-se os projetos realizados pelo Instituto de Engenharia e Gestão ambiental da Universidade Federal de Itajubá (Paes et al. 2017) e o Projeto Reiniciar Tecnologia Sustentável (Anjos et al. 2019), desenvolvido pela Universidade Católica de Brasília, com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF). O Projeto realiza ações e busca soluções sustentáveis voltadas para a implementação de práticas de reuso, descarte e reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos obsoletos, voltadas para: (i) reaproveitamento de equipamentos eletroeletrônicos descartados; (ii) estudos sobre logística reversa, para descarte e retorno dos componentes para seus fabricantes; (iii) estudo das possibilidades de reciclagem e dos impactos ambientais do descarte inadequado de lixo eletrônico destacando a extração de metais via hidrometalurgia; (iv) determinação do grau de corrosão / desgaste / intemperismo de componentes eletrônicos e sua perda de elementos ou compostos químicos em amostras de solo; e (v) conscientização da comunidade sobre as consequências do descarte inadequado do lixo eletrônico.

8. Considerações finais

A quantidade e as características do lixo eletrônico gerado em função das escolhas da sociedade contemporânea quanto às formas de produção e de consumo requer medidas que mitiguem os problemas de saúde e ambientais por ele causados. Entre essas medidas está a definição de políticas e o incentivo a ações relacionadas à logística reversa de equipamentos eletrônicos e, em particular, de equipamentos de informática.

Este trabalho apresenta elementos que reforçam a argumentação de que se, por um lado, o Brasil conta com uma boa legislação sobre esse tema no âmbito de sua Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, por outro lado, poucas são ações efetivas do poder público para sua implementação. Como contraponto, no entanto, foram destacadas algumas iniciativas relativas

¹ RoHS é uma diretiva adotada pela União Europeia que proíbe que certas substâncias perigosas (cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados, éteres difenilpolibromados e chumbo) sejam usadas em processos de fabricação de produtos.

² ISO 9001 é grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão.

³ A ISO 14001 é um Sistema de Gestão Ambiental que permite uma organização desenvolver uma estrutura para a proteção do meio ambiente.

a logística reversa de equipamentos de informática advindas dos setores privado e acadêmico.

Cabe, portanto, o alerta para o poder público sobre a necessidade de se fomentar ações que busquem implementar a legislação concernente, lembrando que isso requer investimentos de médio e longo prazo para se alcançar resultados satisfatórios. Cabem também parcerias

com a academia para estudos aprofundados sobre o tema e para ações educacionais junto à sociedade. Tais ações se mostram urgentes, sobretudo à luz das diversas consequências ambientais e de saúde pública que podem advir da negligência em relação aos equipamentos de informática hoje descartados sem os devidos cuidados.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). *ABNT NBR ISO 14001 - Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso*. ABNT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). *ABNT NBR ISO 9001:2015 - Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos*. 3. ed. ABNT.
- Alt, P. R. C. & Martins, P. G. (2003). *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. São Paulo: Saraiva.
- Andrade, R. T. G., Fonseca, C. S., Mattos, K. M. (2010). Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN. *Holos*, 26(2).
- Anjos, L. D. P. dos, Viana, M. O., Spotto, S. C. & Ferneda, E. (2019). Triagem de equipamentos de informática obsoletos para o projeto “Reiniciar Tecnologia Sustentável”. *4º Encontro da Escola de Educação, Tecnologia e Comunicação*. Universidade Católica de Brasília.
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. *The Global E-waste Monitor - 2017: Quantities, Flows, and Resources*. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. 5. ed. São Paulo: Bookman.
- Ballou, R. H. (2008). *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas.
- Baptista, S. A., Nogueira, E., & Alves Filho, A. G. (2018). Gestão de suprimentos e oportunidades de melhoria: estudo de caso em uma empresa fabricante de equipamentos médico-odontológicos. *Gestão & Produção*, 25(4), 777-791.
- Barsa Saber (2019). *Lixo eletrônico: o planeta Terra em perigo*.
<http://brasil.planetasaber.com/theworld/chronicles/seccions/cards/default.asp?pk=3504&art=94>.
- Bartholomeu, D. B. & Caixeta Filho, J. V. (2011). *Logística ambiental de resíduos sólidos*. São Paulo: Atlas.
- Brasil (2010). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, CXLVII, n. 147, 03 ago. 2010. Seção 1, p. 3-7. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>.
- Caixeta Filho, J. V. & Martins, R. S. (2010). *Gestão Logística do transporte de cargas*. São Paulo: Atlas.
- Callefi, M. H. B. M. (2018). Gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em Maringá/PR. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 13(2), 112-131.
- Cardoso, M. T. (2019). *Regulação em aproveitamento energético de resíduos: proposições para o Brasil com base no estudo do caso sueco*. Tese (Doutorado em Ciências), Instituto de Energia e Meio Ambiente, Universidade de São Paulo.
- Carter, C. R. & Ellram, L. M. (1998). Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *International Journal of Business Logistics*, 19(1), 85-103.
- Carvalho, C. M. B. & Xavier, L. H. (2014). *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Carvalho, D. F., Barata, A. J. S. S., & Alves, R. R. (2016). Logística reversa de lixo eletrônico nas organizações públicas. *Ciência e Natura*, 38(2):862 -872.
- Celinski, T. M., Celinski, V. G., Rezende, H.G. & Ferreira, J. S. (2011). Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. *II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Londrina (PR).
- Christopher, M. (1999). *Marketing e a Logística*. São Paulo: Editora Futura.
- Comunidade Europeia (2003). *Directiva 2002/95/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos*. EU.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999. *Diário Oficial da União*, 2 de dezembro de 1999, Seção 1, página 39, Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030342.pdf. Acesso em: 25 Jun. 2019.
- Confederação Nacional dos Municípios (2011). *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Informativo da Confederação Nacional de Municípios. http://www.cnm.org.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=47.
- Faria, A. C., Martins, M. S., & Siqueira, L. D. (2016). TI verde: mito ou realidade na indústria digital brasileira. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, 16(1).
- Gil, A. C. (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Gutierrez, C. B. B., Gutierrez, D. M. G., Santos, L. S., Pontes, A. N., Ribeiro, H. M. C., & Morales, G. P. (2017). O descaso

- com o lixo eletroeletrônico de uma metrópole amazônica: O caso da cidade de Belém, Pará. *Espacios*, 38(2).
- Hong, Y. C. (1999). *Gestão de estoques na cadeia de Logística Integrada*. São Paulo: Atlas.
- Juras, I. A. G. M. (2012). *Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos*. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa. Brasília.
- Kopicki, R., Berg, M., & Legg, L. L. (1993). *Reuse and recycling: reverse logistics opportunities*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management.
- Kroon, L. & Vrijens, G. (1995). Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution and Logistic Management*, 25(2), 56-68.
- Lacerda, L. (2003). Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos e as práticas operacionais. In: Figueiredo, K. F., Fleury, P. F. & Wanke, P. (Orgs.) *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos* (Pp. 475-483) São Paulo: Atlas.
- Lavez, N., Souza, V. M., & Leite, P. R. (2011). O papel da logística reversa no reaproveitamento do “lixo eletrônico”: um estudo no setor de computadores. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5(1), 15-32.
- Leite, C. C. L., Souza, R. S., Silva, W. S., Portual Jr, P. S. & Oliveira, F. F. (2015). A logística e a gestão da cadeia de suprimentos: um estudo de caso de uma empresa da região do Sul de Minas Gerais. *12º Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT*.
- Leite, P. R. (2003). *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Martins, P. G. & Laugení, F. P. (2003). *Administração da Produção*. 7. ed. São Paulo: Saraiva.
- Mattos, K. M. C., Mattos, K. M. C., & Perales, W. J. S. (2008). Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente. *28º Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- MCC - Microelectronics and Computer Technology Corporation (2007). *Electronics Industry Environmental Roadmap*. Austin, EUA: MCC.
- Mucelin, C. A. & Bellini, M. (2008). Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, 20(1):111-124.
- Paes, C. E., Bernardo M., Lima, R. S., & Leal, F. (2017). Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Brazilian Public Education Institutions: Implementation Through Action Research on a University Campus. *Systemic Practice and Action Research*, 30(4), 377-393.
- Paula e Silva, A. R., Santos, G. R., Ribeiro Filho, V., & Pimentel, L. R. (2015). Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos em Frutal-MG. *Caminhos de Geografia*, 16(56), 147-159.
- Pereira, A. L., Boechat, C. B., Tadeu, H. F. B., Silva, J. T. M., & Campos, P. M. S. (2012). *Logística reversa e sustentabilidade*. São Paulo: Cengage Learning.
- Pontes, A. S. M., Carneiro, C., Petry, D. R., Pilatti, C. A. & Sehnem, S. Sustentabilidade e educação superior: análise das ações de sustentabilidade de duas instituições de ensino superior de Santa Catarina. *Revista de Administração da UFSM*, 8(Ed. Esp.), 84-103.
- Prince, A. (2006). *Estudio Final sobre PCs en LAC*. Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe, IDRC/SUR. http://www.residuoselectronicos.net/archivos/investigaciones/Prince_informe_final_pc_lac-29_diciembre_2006.pdf.
- Robinson, B. H. (2009). E-waste: An assessment of global production and environment impacts. *Science of the Total Environment*, 408, 183-191.
- Rodrigues, A. (2016). Economia e Negócio: O negócio bilionário do lixo eletrônico. *Revista Isto É*, 15(2376). https://istoe.com.br/422443_O+NEGOCIO+BILIONARIO+DO+LIXO+ELETRONICO.
- Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. (1998). *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Reno: Reverse Logistics Executive Council.
- Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 2(2), 129-148.
- Rossini, V. & Naspolin S. H. D. F. (2017). Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, 3(1), 51-71.
- Santos, A. H., Alves, G. R. S., & Monteiro, J. I. (2019). A aplicabilidade dos KPIs como vantagem competitiva na cadeia de suprimentos. *10º Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia (Fatecs) - FATECLog*. Guarulhos: FATEC.
- Santos, C. A. F., Nascimento, L. F. M., & Neutzling, D. M. (2014). A gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) e as consequências para a sustentabilidade: as práticas de descarte dos usuários organizacionais. *Revista Capital Científico - Eletrônica (RCCe)*, 12(1).
- Secretaria de Educação do Estado do Paraná (s.d.). *Os Vilões dos Eletrônicos*. http://www.sociologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/tema_consumo/tabela_viloes.pdf.
- Selpis, A. N., Castilho, R. O., & Araujo, J. A. B. (2012). Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos. *Tekhne e Logos*, 3(2):1-18.
- Ser Melhor (s.d.). *Lixo eletrônico: problema e soluções*. <http://www.sermelhor.com.br/ecologia/lixo-eletronico-problema-e-solucoes.html>
- Shibao, F. Y., Moori, R. G., & Santos, M. R. (2010). A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. *13º Seminários de*

Administração - SEMEAD.

- Soares, L. (2015). Logística e gestão da cadeia de suprimentos: conceitos e diferenças. *Cadernos Unisum de Pesquisa e Extensão*, 5(4), 46-53.
- Souza, E. M. (2006). *Coleta de resíduos sólidos domiciliares em local de entrega obrigatória: aspectos de custos e opinião do usuário*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos.
- Stock, J. R. (1992). *Reverse logistics*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management.
- Stock, J. R. (1998). *Development and Implementation of Reverse Logistics Programs*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management.
- Vieira, K. N., Soares, T. O. R., & Soares, L. R. (2009). A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 3(3), 120-136.
- Wille, M. M. & Born, J. C. (2013). Logística reversa: conceitos, legislação e sistema de custeio aplicável. *Administração & Ciências Contábeis*, 8.

Sobre os autores

Marilia Capuccio

Bacharel em Administração pela Universidade Católica de Brasília.

Renata da Costa e Silva

Bacharel em Administração pela Universidade Católica de Brasília.

Tamarcia Nava Alves

Bacharel em Administração pela Universidade Católica de Brasília.

Camila Aparecida de Carvalho

Camila Carvalho é mestre em Transportes pela Universidade de Brasília (UnB), pós-graduada em Logística e Transporte pela University of Miami, especialista em Educação à Distância pela Universidade Católica de Brasília (UCB) e graduada em Turismo pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). É professora em cursos tecnológicos, de graduação e pós-graduação na Universidade Católica de Brasília e assessora dos cursos de Logística e Administração nesta mesma instituição. É coordenadora do MBA em Logística, Transporte e Mobilidade (GETRAM) da Universidade Católica de Brasília (UCB), em parceria com a Câmara Interamericana de Transportes (CIT) e Universidade de Miami (UM). É professora visitante de pós-graduação no UNICESP. Possui expertise nas áreas de planejamento, logística, transporte, turismo e educação à distância. Como consultora, participa de projetos na área de logística, planejamento de transportes e mobilidade urbana em instituições nacionais e internacionais (ONU, UNESCO, INEP, CEFTRU, Via Urbana Consultoria, INTERNEXUS).

Edilson Ferneda

Graduado em Tecnologia de Computação pelo Instituto Tecnológica de Aeronáutica (1979), Mestre em Sistemas e Computação pela Universidade Federal da Paraíba (1988) e Doutor em Ciência da Computação pelo *Laboratoire d'Informatique, Robotique et de Microélectronique de Montpellier* - LIRMM/CNRS, França (1992). Entre 1986 e 2000, foi professor do Departamento de Sistemas e Computação da UFPB (atual Universidade Federal de Campina Grande - UFCG), tendo atuado nos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação, Mestrado em Informática e Doutorado em Engenharia Elétrica. Desde 2001 é professor titular da Universidade Católica de Brasília, onde atua nos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e em Administração e no Mestrado em Gestão, Tecnologia e Inovação (antigo Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação). Seus interesses incluem Inteligência Artificial e Gestão do Conhecimento. É coordenador do projeto Reiniciar Tecnologia Sustentável, apoiado pela UCB e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF).

Graziela Ferreira Guarda

Mestre em Engenharia Elétrica com linha de pesquisa em Gestão de Tecnologia da Informação (GTI) pela Universidade de Brasília (UnB), especialista em Gestão de Tecnologia da Informação também pela UnB, Bacharel em Ciência da Computação pelo Centro Universitário de Brasília. Docente da Universidade Católica de Brasília (UCB), coordena projeto de pesquisa sobre Pensamento Computacional na Educação Básica e membro da equipe de um projeto Reiniciar Tecnologia Sustentável, ambos com apoio financeiro da FAP-DF. Coordena a Monitoria Acadêmica dos cursos de TI da UCB. É membro do BASIs como avaliadora de cursos e de instituições na área de Computação. Desenvolve pesquisas sobre Educação em Computação, Pensamento Computacional, cultura Maker e Aprendizagem Criativa.