

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO PARA A LOGÍSTICA
REVERSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

MARINALVA RODRIGUES BARBOZA

SÃO PAULO

2015

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO PARA A LOGÍSTICA
REVERSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves

Área de Concentração: Redes de Empresas e Planejamento da Produção.

A Contribuição dos Sistemas de Informação para a Logística Reversa.

MARINALVA RODRIGUES BARBOZA

**SÃO PAULO
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

Barboza, Marinalva Rodrigues.

A contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa /
Marinalva Rodrigues Barboza. - 2015.
91 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2015.

Área de concentração: Redes de Empresas e Logística Reversa.
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves.

1. Logística reversa. 2. Sistemas de informação. 3. Sustentabilidade.
I. Gonçalves, Rodrigo Franco (orientador). II. Título.

MARINALVA RODRIGUES BARBOZA

**A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO PARA A LOGÍSTICA
REVERSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Data de aprovação: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Dr. Rodrigo Franco Gonçalves
Universidade Paulista – UNIP

Prof. Dr. Antonio Carlos Tonini
Universidade de São Paulo (Convidado)

Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto
Universidade Paulista - UNIP

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais José e Maria, que não mediram esforços, mudaram suas rotinas para cuidar dos meus pequenos filhotes enquanto eu me dedicava ao projeto.

Ao meu marido Hélio, pela força, apoio e dedicação sobre-humanos durante o meu curso.

Aos meus lindos filhos Gustavo e Daniel, pela compreensão de minhas ausências em casa e redução de atenção a eles neste período. Mesmo com pouca idade e ao seu modo, eles me entenderam e me ajudaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde e força para chegar até aqui. Em seguida à UNIP, pelo apoio financeiro.

Agradeço também aos grandes incentivadores e responsáveis pela realização deste projeto, os professores do PPGEP da UNIP, especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves, pelo apoio e dedicação.

Aos professores da banca Antonio Tonini e Oduvaldo Vendrametto, que contribuíram para melhoria deste trabalho.

Aos colegas de sala, que me apoiaram no projeto de pesquisa e no desenvolvimento dos primeiros artigos.

Espero retribuí-los com muita honra, trabalho, ética e profissionalismo, servindo à sociedade e ao meio ambiente por meio de ideias e práticas de atividades mais sustentáveis para todos nós, para esta geração e para as gerações futuras.

RESUMO

As últimas décadas têm sido marcadas por questões relacionadas ao meio ambiente. Busca-se por desenvolvimento e práticas sustentáveis em todos os segmentos empresariais. Em se tratando de ações e políticas sustentáveis nas atividades de logística, torna-se ainda mais relevante o assunto, uma vez que a cadeia de abastecimento envolve uma gama de participantes no processo que inclui fornecedores, fabricantes, depósitos, armazéns, prestadores de serviços logísticos e muitos outros. Desta forma, ações tomadas em conjunto na cadeia de abastecimento podem surtir um efeito encadeado positivo para o meio ambiente. O processo de logística reversa tem ganhado relevância nos últimos anos por ser um forte aliado para se alcançar os objetivos de sustentabilidade, intensificando atividades de retorno para fins de reúso, reciclagem, remanufatura ou para descarte apropriado. Considerando a evolução tecnológica e dos sistemas de informação (SIs) ocorrida principalmente após a década de 90, o objetivo deste trabalho é avaliar quantitativa e qualitativamente a contribuição dos SIs para a logística reversa. A revisão de literatura permitiu fazer um estudo setorial dos instrumentos regulatórios para gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) no Brasil e em outras cinco regiões do mundo com maior incidência deste tipo de resíduo. Uma pesquisa *survey*, sobre a contribuição dos SIs para a logística reversa, permitiu comparar o desempenho do gerenciamento destas atividades realizadas manualmente em face do gerenciamento feito por meio de recursos tecnológicos. Os resultados obtidos revelam que não é comum o investimento em tecnologias específicas para a atividade e que também não há muita oferta deste tipo de produto no mercado, assim como não se costuma adaptar ou customizar as tecnologias comumente utilizadas na logística direta para esta atividade. A pesquisa mostrou que entre as empresas que informatizam o controle desta atividade de forma total ou parcial, mais de 90% usam apenas o ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou algum sistema nativo dele (desenvolvido/customizado a partir do ERP para atender a uma necessidade específica não contemplada por ele) ou alguma solução desenvolvida internamente. Desta forma, deixa a desejar nos quesitos: identificação do item, tratativa de retorno dos produtos e integração do processo com outros sistemas. No entanto, se comparado com empresas que fazem seus controles manualmente, apresentam-se vantagens nas operações nos quesitos: custo, facilidade operacional, aumento da competitividade e redução de tempo. Por fim, baseado nas etapas do processo de retorno, em alguns instrumentos regulatórios e nas lacunas de funcionalidades observadas na *survey* é apresentada uma proposta de funcionalidades de SIs dedicados à atividade de logística reversa.

Palavras-chave: Logística Reversa. Sistemas de Informação. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Issues related to the environment have marked the last decades. Search up by development and sustainable practices in all entrepreneurial segments. When it comes to sustainable actions and policies in logistics activities, it becomes even more important the issue, since the supply chain involves a range of stakeholders in the process including suppliers, manufacturers, warehouses, logistics service providers and many others. Thus, actions taken together in the supply chain can have a positive effect on the threaded environment. The reverse logistics process has gained relevance in recent years for being a strong ally to achieve the sustainability goals, increasing return activities for the purpose of reuse, recycling, remanufacturing or for proper disposal. Considering the information systems (IS) occurred mainly after the 90's, the aim of this study is to evaluate quantitatively and qualitatively the contribution of IS to reverse logistics. The literature review allowed us to make a sectorial study of regulatory instruments for the management of waste electrical and electronic equipment (REEE) in Brazil and five other world regions with the highest incidence of this type of waste. A *survey* research about contribution of IS to reverse logistics, allowed to compare the performance of the manually return management in the face of automated process. The results show that it is not common investment in particular technologies for the activity and there is not much offer this type of product on the Market. So as they do not adapt or customize the technologies commonly used in direct logistics for this activity. Research has shown that among the companies that control this activity using technologies in whole or in part, over 90% use only the ERP (Enterprise Resource Planning), a native system, or an internally developed solution. Thus, it does not meet the identification requirements; return dealings of goods and process integration with other systems. However, when it is compared with companies that make manually control it presents advantages in operations in the categories: cost, ease of operation, increased competitiveness and reduction of time. Finally, based on the stages of the return process in some regulatory instruments and the functionality gaps observed in the survey is presented a proposal for IS features dedicated to the reverse logistics activity.

Keywords: Reverse Logistics, Management Information Systems, and Sustainability.

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 2

Quadro 1 – Operações envolvidas na logística reversa 20

CAPÍTULO 4 - ARTIGO 1

Quadro 1 – Matriz comparativa dos instrumentos regulatórios vigentes nas regiões estudadas . 36

CAPÍTULO 6 - ARTIGO 3

Quadro 1 – Proposta de funcionalidades dos SI dedicados à Logística Reversa 73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 5 - ARTIGO 2

Tabela 1 – Dados dos entrevistados	52
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Área de atuação e etapas reversas	18
Figura 2 – Foco de atuação da logística reversa	19

CAPÍTULO 3

Figura 3 – Delimitação do estudo.....	27
Figura 4 – Plano de pesquisa	28
Figura 5 – Estrutura do método de pesquisa	30

CAPÍTULO 4 - ARTIGO 1

Figura 1 – Inst. Regulatórios x taxa de retorno	40
Figura 2 – Análise de três indicadores de EEE e REEE.....	41
Figura 3 – Escopo dos inst. regulatórios por região	41

CAPÍTULO 5 - ARTIGO 2

Figura 1 – Área de atuação e etapas reversas	18
Figura 2 – Foco de atuação da logística reversa	19
Figura 3 – Delimitação do estudo.....	27
Figura 4 – Plano de pesquisa	28
Figura 5 – Estrutura do método de pesquisa	30

CAPÍTULO 6 - ARTIGO 3

Figura 1 – Construção da proposta de funcionalidades de SI para logística reversa.....	68
Figura 2 – Processo da operação da atividade de logística reversa	72

LISTA DE ABREVIATURAS

CLM – *Council of Logistics Management* - Conselho de Gerenciamento Logístico

ECR – *Efficient Consumer Response* – Resposta Rápida ao Consumidor

EDI – *Electronic Data Interchange* – Troca eletrônica de Dados

EPR - *Extended Producer Responsibility* – Responsabilidade Estendida do Produtor

ERP – *Enterprise Resource Planning* – Planejamento dos Recursos Empresarial

GSCM – *Green Supply Chain Management* – Gerenciamento da Cadeia Verde de Suprimentos

JIT – *Just In Time* – (conceito de entrega somente quando precisar)

LD – Logística Direta

LR – Logística Reversa

PEV – Posto Entrega Voluntária

RFID – *Radio Frequency Identification Data* – Identificação por Rádio Frequência

RLA- Reverse Logistics Association - Associação da Logística Reversa

RLEC – *Reverse Logistics Executive Council* - Conselho Executivo da Logística Reversa

SCM – *Supply Chain Management* – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

SI – Sistema de Informação

TI – Tecnologia da Informação

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

WMS – *Warehouse Management Systems* – Sistemas de Gerenciamento de Armazém

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Contexto.....	12
1.2 Problematização.....	13
1.3 Objetivos e escopo	14
1.4 Organização do trabalho	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Logística reversa	16
2.1.1 As atividades de logística reversa	17
2.1.2 Relevância da logística reversa como ação de sustentabilidade	21
2.1.3 Custos de logística reversa	22
2.2 Sistemas de informação (SIs) para logística reversa.....	23
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	26
3.1 Sobre a pesquisa e delimitação de estudo	26
3.2 O plano de pesquisa	27
3.3 Método de pesquisa	29
4 ARTIGO 1	31
5 ARTIGO 2	46
6 ARTIGO 3	61
7 DISCUSSÃO FINAL	79
8 REFERÊNCIAS.....	82
9 ANEXOS.....	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Historicamente a logística não era vista como uma atividade estratégica ou que pudesse agregar valor nas organizações. No entanto, com o passar dos tempos, além de fatores naturais como a evolução da sociedade, da economia e a globalização, Ballou (2001) atribui quatro outros fatores como os principais contribuintes para o desenvolvimento e aprimoramento das atividades logísticas: influência militar, avanço tecnológico, pressão por redução de custos nas empresas e mudança no padrão e atitude do consumidor. Ainda segundo o autor, a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foi considerada a ação logística mais bem-sucedida da história da humanidade e, não por coincidência nas décadas seguintes, a logística foi vista com maior interesse tanto acadêmico como corporativo, ao mesmo tempo em que surgiram as reestruturações organizacionais e incorporação das atividades logísticas nas empresas, juntamente com as definições para o termo.

Dentre inúmeras definições de logística, uma das mais tradicionais e abrangentes a configura como sendo o planejamento, a implementação e o controle do fluxo de matéria-prima, o estoque em processo, o produto acabado e as informações relacionadas do ponto de origem ao consumidor final (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Em sentido amplo, a logística reversa é uma consequência da logística direta, subentendendo-se que nasceram e evoluíram juntas. No entanto, para Rogers e Tibben-Lembke, (1998), a logística reversa configura o fluxo inverso dos materiais, ocorrendo do ponto de consumo ao ponto de origem, embora não fosse denominada com este termo. Antes da década de 90 era apenas o fluxo contrário ao direto.

Muito além do movimento reverso dos produtos que tem por finalidade o conserto, reparo, reciclagem ou descarte seguro, surgiram novas preocupações para realização da atividade de logística reversa. De acordo com Lacerda (2002), nas últimas décadas fatores econômicos, ambientais e diferenciação por serviços têm sido as causas básicas para motivação destes retornos.

Os sistemas de informação (SIs) surgem como um aliado ao planejamento e operação logísticos. Coronado (2007) apresenta os SIs e outras soluções tecnológicas e metodologias como contribuição significativa nas atividades de logística tanto direta como reversa, de forma a reduzir custo e tempo das operações.

Desta forma, mostra-se relevante identificar a efetiva contribuição dos sistemas de informação nas atividades de logística reversa, melhor especificada mais adiante.

1.2 Problematização

Seja por questões ambientais amparadas por leis, regulamentos ou políticas de incentivos criados por órgãos governamentais, por fatores econômicos, competitividade ou outros, a preocupação e a responsabilidade dos fabricantes com o retorno de seus produtos têm crescido consideravelmente nos últimos anos em todo o mundo (StEP, 2013).

Independente dos motivos de retorno, a agilidade neste processo é fundamental para as empresas reduzirem o tempo de resposta ao cliente e custos associados ao processo. Considerando alguns aspectos gerenciais pertinentes às atividades logísticas, tornam-se mais difícil o controle no processo reverso, uma vez que diferente da logística direta, pontos de coleta, periodicidade, volume e tipos de retornos nem sempre são fatores conhecidos.

De acordo com Rogers & Tibben-Lembke (1998), a taxa de retorno é bastante relativa, varia de indústria para indústria, podendo oscilar entre 4 e 8% para produtos eletrônicos e impressoras a até 50% para editoras de revista. Portanto, aprender como gerenciar o fluxo reverso logístico é de suma importância para as empresas que buscam incremento de receita ou redução de custo por meio desta atividade.

Segundo Stock (2006), os sistemas de informação podem contribuir com o gerenciamento eficiente e eficaz dos retornos inevitáveis, aqueles em que as empresas não têm ou não querem evitar como produtos, partes, peças, resíduos ou embalagens com a finalidade de reciclagem, reúso ou descarte apropriado. Ainda segundo o autor, os SIs podem evitar, reduzir ou eliminar a quantidade de retornos que dependam de ações e estratégias por parte da empresa, no que tange à qualidade dos seus produtos ou dos seus parceiros na cadeia de suprimentos, chamados retornos evitáveis.

A quantidade de ferramentas e sistemas específicos e exclusivos para gerenciamento das atividades de logística reversa é restrita ou nenhuma. No entanto, há diversos estudos (CORONADO, 2007; BALLOU, 2006; STOCK, 2006) sobre os benefícios gerados pelos sistemas de informação tradicionalmente utilizados no processo logístico direto. Em alguns casos, embora com limitação, podem ser utilizados na logística reversa, contribuindo de forma significativa na gestão dos resíduos.

Os retornos podem ser: desejáveis, nos quais a empresa pode recuperar valor ou indesejáveis, aqueles em que a empresa ao invés de ganho tem perda na margem de contribuição, uma vez que terá de reparar, consertar o produto e devolver novamente ao cliente. Segundo Stock (2006), os sistemas de informação podem contribuir para o gerenciamento destes tipos de retorno.

O canal reverso é uma forma eficiente de recuperar valor ao produto, sem ter necessariamente de reciclá-lo em sua primeira utilização. Ao contrário, pode ser reutilizado, restaurado e reparado, eliminando assim a extração de matéria-prima e a utilização de recursos naturais (RODRIGUEZ *et al.*, 2012).

Como forma de fomentar os índices de retorno e controle do destino de resíduos, tem se tornado mais frequente o desenvolvimento de legislações, regulamentações, normas, políticas e programas pelas autoridades governamentais em todo o mundo (UNEP, 2011).

Neste sentido, este trabalho apresenta as questões de pesquisa:

- Q1 – Quais são os instrumentos regulatórios para a logística reversa no Brasil e em outros países e regiões? Qual a efetividade destes instrumentos?
- Q2 – Qual a contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa em geral?
- Q3 – Quais funcionalidades dos sistemas de informação são necessárias para gerenciar as atividades de logística reversa?

1.3 Objetivos e escopo

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar os instrumentos regulatórios nacionais e internacionais voltados para as atividades de retorno. Avaliar a contribuição dos sistemas de informação (SI) para esta atividade e descrever as funcionalidades necessárias nesses sistemas para gerenciá-las adequadamente.

São objetivos específicos:

- a) Pesquisar e comparar os instrumentos regulatórios nacionais e internacionais para a logística reversa. Como recorte de escopo, são considerados somente os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEEs;

- b) Investigar a contribuição dos SIs para a logística reversa;
- c) Descrever as funcionalidades específicas dos SIs para a logística reversa.

1.4 Organização do trabalho

O Capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, na qual a logística e atividade de retorno são contextualizadas e os sistemas de informação são apresentados como fortes aliados para as atividades logísticas tanto direta como reversa, de forma a contribuir na redução de custo e tempo das operações. Ainda na introdução é discutida a relevância e a problematização do tema em nível global.

No Capítulo 2 encontra-se a fundamentação teórica, onde se apresenta a evolução e os conceitos sob a ótica de diferentes autores para a logística reversa, sistemas de informação e seu uso para a logística reversa. A revisão permitiu entender a relevância do tema tanto sob aspectos ambientais quanto econômicos, dando direção na construção dos artigos desenvolvidos.

A metodologia utilizada na pesquisa está abordada no Capítulo 3.

Os capítulos 4, 5 e 6 apresentam os artigos elaborados para publicação: artigo 1 – “A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos – REEE, uma avaliação de instrumentos regulatórios”; artigo 2 – “A contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa: uma pesquisa *survey*” e artigo 3 – “Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa”, respectivamente.

Os resultados e discussão final são apresentados no Capítulo 7, no qual são apresentados os resultados obtidos na dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão bibliográfica deste trabalho foi realizada sob dois focos de abordagem. No primeiro deles é contextualizado o termo logística reversa e, no segundo, apresenta-se o conceito e relevância dos sistemas de informação com foco no uso para as atividades de logística reversa.

2.1 Logística reversa

O termo “logística reversa” é bastante novo. Na década de 70 do século passado, o conceito de logística ainda era pouco difundido e boa parte das empresas estavam gradativamente reestruturando suas áreas, dando importância e espaço às atividades e funções relacionadas à logística. O termo utilizado para o retorno da mercadoria ao produtor era distribuição reversa.

Zikmund e Stanton (1971) definem distribuição reversa como o fluxo de produtos reverso ao sentido tradicional. Na década de 80, haviam poucas publicações sobre o tema. Lambert e Stock (1981) definiam o processo de distribuição reversa como uma movimentação de materiais nas empresas que ocorria no fluxo oposto ao da cadeia de suprimentos.

Apesar da visão negativa de Lambert e Stock (1981) sobre o tema, ainda na década de 80 Murphy e Poist (1989) propuseram uma nova abordagem para logística reversa, definindo-a como um fluxo de material e de produto que ocorre a partir do consumidor para o produtor na cadeia de suprimentos.

De forma simples, Pohlen e Farris (1992) definem a logística reversa como o movimento de mercadoria do consumidor para o produtor em um canal de distribuição.

Na década de 90, uma publicação do *Council of Logistics Management* (CLM) demonstrou uma abordagem mais ampla criada por Stock (1998), na qual define a logística reversa como a gestão de resíduos, destacando o papel da logística incluindo reciclagem, descarte de resíduos, substituição de materiais perigosos, redução de recursos e reutilização e descarte de materiais.

No final da década de 90, Rogers e Tibben-Lembke (1998) consideravam a logística reversa como uma área nova e emergente com poucas informações. Definem o termo logística

reversa como o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matéria-prima, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem, com o propósito de recuperar valor ou seu descarte apropriado.

Leite (2003) define logística reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações relativas à logística, do retorno dos bens de pós-vendas ou pós-consumo ao ciclo produtivo da empresa ou aos seus negócios, por meio dos canais reversos de distribuição, agregando-lhes valor de diversas naturezas.

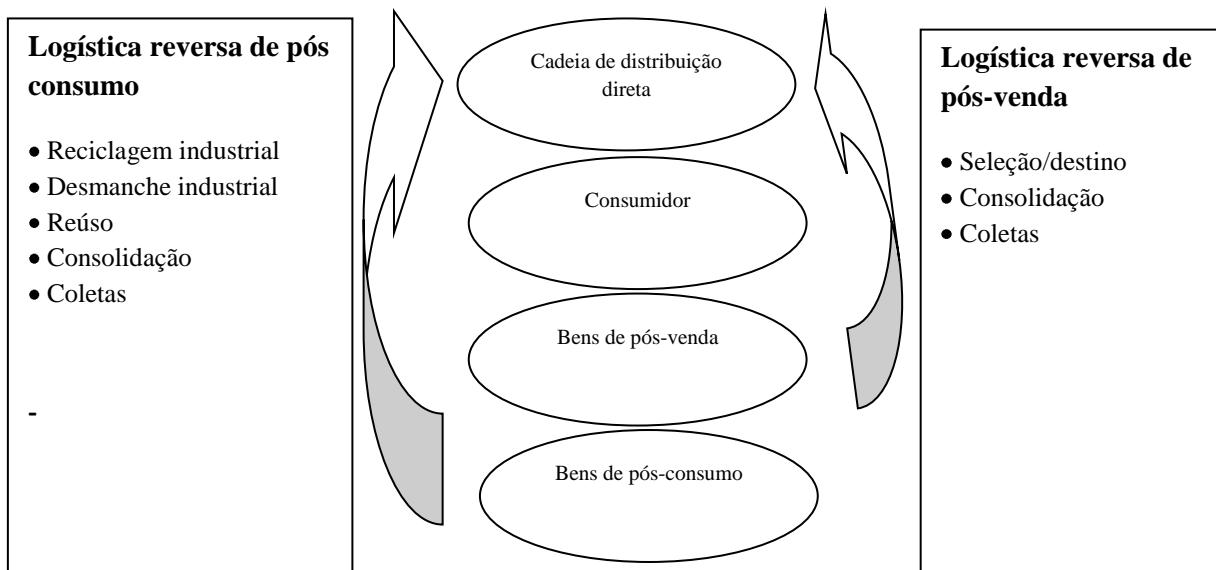
Embora as opiniões dos autores sejam divergentes na definição de logística reversa, há um consenso na essência do processo em si: a logística reversa ocorre de forma oposta à logística direta na cadeia de suprimentos, tratada como o retorno do produto do ponto de consumo ao seu ponto de origem.

Especialmente nos últimos anos, a preocupação com o meio ambiente tem levado as autoridades em todo mundo a desenvolver políticas, leis e regulamentos para gerenciar e controlar o retorno dos resíduos. Como exemplo, o regime *Extended Producer Responsibility* (EPR – em português, responsabilidade estendida do produtor) no qual os Estados Membros da União Europeia projetam seus regulamentos, tem servido de modelo para vários outros países desenvolverem seus regulamentos (UNEP, 2011).

2.1.1 As atividades de logística reversa

Leite (2003) afirma que as duas grandes áreas de atuação da logística reversa são: (i) logística reversa de pós-consumo e (ii) logística reversa de pós-vendas, embora tenham diversas interdependências, podem ser tratadas de forma independentes, como se pode observar na Figura 1.

Figura 1 – Área de atuação e etapas reversas



Fonte: Leite (2003).

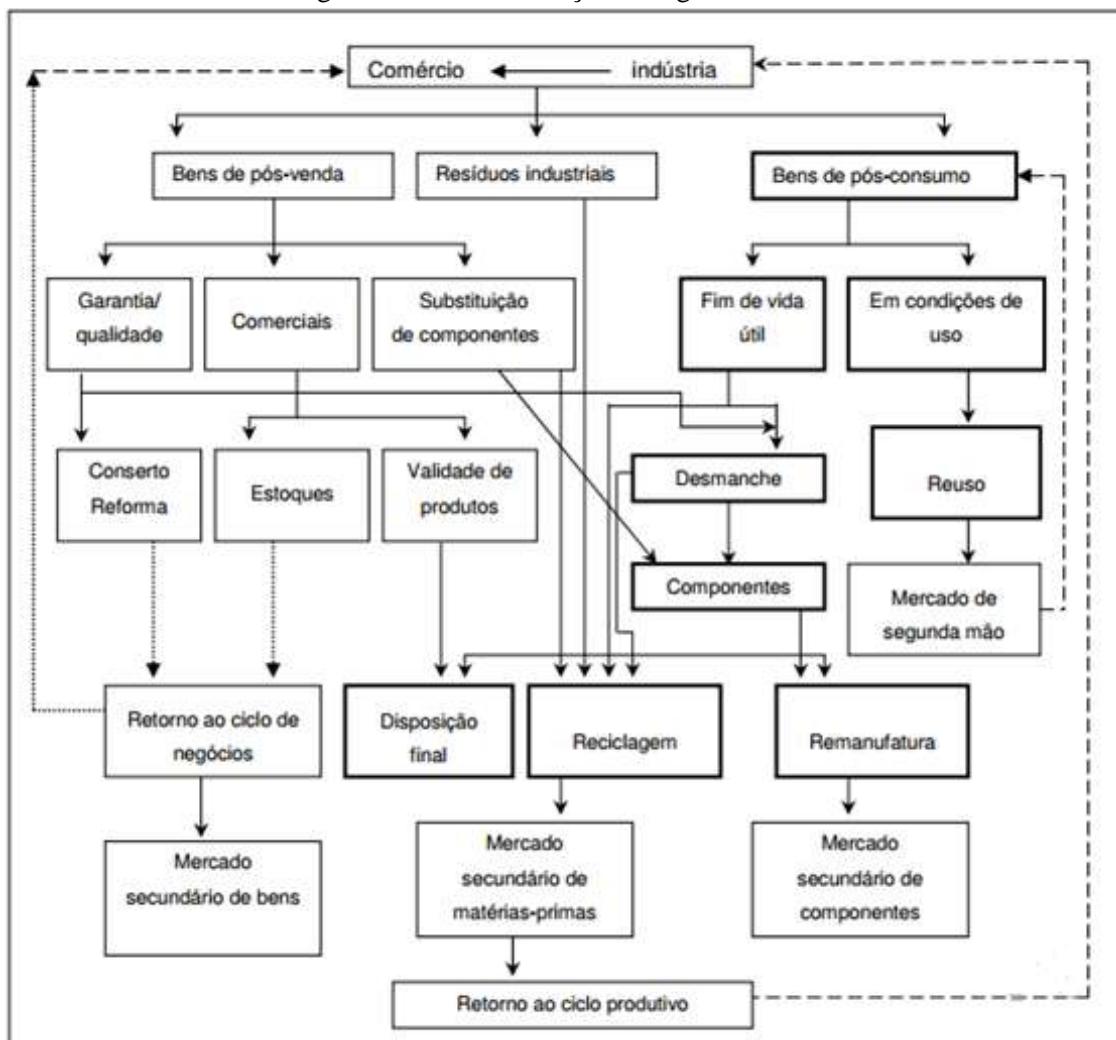
Bens de pós-venda são os itens que retornam aos elementos da cadeia de distribuição direta, que se constituem de uma parte dos canais reversos pelos quais fluem estes produtos. Tem como objetivo recuperar valor a um produto e é devolvido por razões comerciais, erros no processamento de pedido, garantia, avaria de transportes, entre outros.

Bens de pós-consumo correspondem aos bens descartados pela sociedade em geral após o consumo, produtos em fim de vida útil, usados com possibilidade de reutilização e resíduos industriais em geral. O objetivo é recuperar valor ao produto logístico por meio da reciclagem, desmanche e reutilização.

Leite (2003) associa o constante crescimento de novos produtos lançados no mercado nos últimos tempos à forte tendência do crescimento da logística reversa de pós-consumo nas empresas, incluindo razões de ordem econômica, uma vez que a introdução de matérias-primas secundárias ou recicladas ao ciclo produtivo tende a reduzir custos e contribuir com a questão ecológica e ambiental, reduzindo o consumo de energia elétrica e de recursos naturais com a extração de matéria-prima.

Para melhor entendimento da interdependência destas áreas, Leite (2003) apresenta o campo de atuação da logística reversa por meio das principais etapas dos fluxos reversos da logística de pós-venda e logística reversa de pós-consumo, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Foco de atuação da logística reversa



Fonte: Leite (2003).

Pode-se observar as etapas que ocorrem na logística reversa:

1. Bens de pós-vendas: o retorno ocorre antes do uso ou do fim da vida útil do produto. Utiliza-se no caso de substituição de componentes, reparo em garantia, avarias ou questões comerciais ocasionadas por erro no pedido. Após o reparo ou providência necessária o mesmo é retornado ao ciclo de negócios novamente.
2. Bens pós-consumo: o retorno acontece após o consumo do produto, ou seja, no seu fim de vida útil, podendo se apresentar em diversos estados de conservação. Desta forma, a finalidade de retorno se torna mais abrangente, podendo ser, por exemplo, para reuso de embalagens retornáveis ou de produtos usados em mercado secundário, reciclagem de resíduos para produção de matéria-prima secundária ou para descarte apropriado de lixos tóxicos ou perigosos.

Para Xavier e Corrêa (2013), as atividades de logística reversa diferem daquelas de logística direta, especialmente em termos de quantidade, variedade e tempo. As principais operações envolvidas na logística reversa são: planejamento, coleta e separação, reprocessamento e redistribuição. Estas atividades são explicitadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Operações envolvidas na logística reversa

Operações	Descrição
Planejamento	
Planejamento do processo	Definição do escopo do processo com a definição dos produtos e materiais pós-consumo a serem processados.
Planejamento da cadeia	Na LR a identificação, contratação e capacitação de parceiros são necessárias numa etapa preliminar do processo.
Projeto da logística reversa	Esta etapa requer: (i) identificação ou estimativa da frequência de descarte e volumes gerados por tipo de produto; (ii) definição das rotas e meios de transporte que faz a coleta do produto pós-consumo; (iii) definição dos volumes mínimos a serem coletados e a frequência de coleta; (iv) definição de etapas de pré-processamento como triagem ou desmontagem; (v) definição sobre necessidade de pontos de transbordo; (vi) estabelecimento de parcerias para redução de custo e tempo de processamento e (vii) definição dos procedimentos de destinação.
Coleta e separação	
Coleta	Identificação das fontes geradoras, dos tipos de materiais e volumes gerados. Em algumas cadeias produtivas é possível realizar coleta a partir de postos de entrega voluntária (PEV), ou ainda entrega em assistência técnica ou devolução diretamente pelo consumidor ou por meio das atividades de catadores independentes ou por associações e cooperativas.
Triagem	Seleção mecânica ou manual de materiais, componentes e produtos, identificando se estão aptos ao reúso ou revenda, ou ainda se necessitam passar por testes.
Teste	Em alguns casos é necessário a análise das condições mínimas de funcionalidade e segurança dos materiais recondicionados, antes de serem submetidos ao reúso ou revenda.
Armazenagem	No processo de transporte e reciclagem, muitas vezes se faz necessária a armazenagem dos materiais e produtos para se atingirem os volumes mínimos economicamente viáveis para o processo.
Reprocessamento	
Recondicionamento	Consiste na limpeza e reparos realizados nos produtos com o objetivo de restaurar suas funcionalidades.
Remanufatura	Trata-se do reparo e manutenção do equipamento, partes ou peças com o objetivo de restaurar as especificações do produtor. Geralmente estes serviços são prestados por terceiros.
Remanufatura reversa	Conjunto de processos constituídos por todas ou algumas dessas etapas: recebimento de produtos e materiais de pós-consumo, armazenagem, pré-processamento, processamento, desmontagem, descaracterização, rastreabilidade, balanço de massa, gestão de estoque e venda.
Redistribuição	
Revenda	A revenda pode ocorrer basicamente por quatro canais: (i) Pós-consumo: a partir do consumidor – o consumidor anuncia o produto ou material por meio de bolsas de resíduos. Este mecanismo ainda é pouco utilizado em função da alta variação dos preços e do custo de transporte; (ii) Pós-consumo: a partir do fabricante, empresas que atuam com as modalidades de aluguel e comodato de seus equipamentos realizam a revenda desses após manutenção ou reparos; (iii) Pós-venda: produtos são devolvidos aos fabricantes e esses realizam a triagem, destinação e revenda com ou sem a desmontagem do produto e (iv) Assistência técnica: segmentos produtivos credenciam postos de assistência técnica para a revenda de seus produtos manufaturados.
Destinação	No caso de confirmação da impossibilidade de reúso indireto o produto, material ou componentes seguem para a destinação. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esta etapa consiste em reúso, reciclagem, incineração ou disposição final (aterro), dependendo da composição, condição, volume e proximidade de unidade de reprocessamento.

Fonte: Adaptado de Xavier e Corrêa (2013).

2.1.2 Relevância da logística reversa como ação de sustentabilidade

Estima-se que até o ano 2050, a população mundial vivendo em áreas urbanas atingirá um total de 75% (LEITE, 2010). Desta forma, o estímulo ao consumo é potencializado, visto que há uma gama de oferta de produtos e serviços ao consumidor nas regiões urbanas. Como consequência, aumentam os resíduos gerados, bem como a demanda de retorno de produtos ou embalagens ao seu ponto de origem ou aos canais de distribuição para serem restaurados, remanufaturados ou reciclados, por meio das atividades de logística reversa.

Segundo Xavier e Corrêa (2013), a crescente necessidade da inclusão de fatores ambientais na gestão das cadeias produtivas tem tornado mais importante a relação entre a gestão ambiental e a gestão logística, o que leva ao desenvolvimento de mecanismos legais e normativos que direcionam os processos decisórios organizacionais. Ainda segundo os autores, após meados da década de 90, com a consolidação das normas ambientais, com a certificação das primeiras empresas pela norma ISO 14001 (da série ISO 14000, elaboradas para atender à demanda das organizações por diretrizes ambientais com validade internacional) e a inclusão da sustentabilidade no portfólio das empresas, a sustentabilidade passou a representar um diferencial competitivo.

Práticas empresariais ambientalmente conscientes têm recebido cada vez mais atenção dos pesquisadores e dos profissionais, bem como o número de empresas que adotam tais práticas em seus planos estratégicos. No entanto, as forças motrizes para introdução e implementação do conceito de *Green Supply Chain Management* – GSCM (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos Verde) nas operações da empresa são várias e incluem uma série de ações reguladoras reativas para estratégias proativas por questões de vantagens competitivas (HASAN *et al.*, 2012). Ainda segundo os autores, o fator condutor da vantagem competitiva por meio do desempenho ambiental vem sendo identificado como expectativa de mercado, risco de gestão, conformidade regulatória e eficiência das empresas.

Alguns autores vêm percebendo a importância da questão ambiental associando-a como vantagem competitiva empresarial, especialmente nas últimas décadas. Segundo Frosch (1994), a ligação entre empresas facilita a proximidade, o que pode melhorar o desempenho ambiental. Para Geffen e Rothenberg (2000), a relação com fornecedores auxilia a adoção e desenvolvimento de tecnologias ambientais inovadoras, favorecendo interações e parcerias entre clientes e fornecedores e consequente melhor desempenho ambiental.

Para Klassen e McLaughlin (1996), as empresas podem ajudar a reduzir os impactos ambientais negativos por meio do processo de reciclagem de resíduos de pós-consumo. Isso porque reduz a utilização de recursos naturais com a extração de matéria-prima primária. Ainda segundo os autores, estas ações permitem estabelecer um sistema de gestão ambiental, expandir seus mercados e destacar-se frente aos seus concorrentes.

Por outro lado, Bowen *et al.* (2001) acreditam que o desempenho econômico não pode ser colhido na rentabilidade a curto prazo, embora Zhu e Sarkis (2007) entenderem que as receitas podem sim serem impactadas positivamente, já que muitos clientes preferem os produtos de empresas amigas do meio ambiente.

Resultados mais recentes puderam ser observados no estudo de caso de Hasan *et al.* (2012), realizado com um pequeno grupo de empresas de diferentes segmentos. Por meio do trabalho, os autores comprovaram que a prática de GSCM tem um efeito considerável sobre o desempenho ambiental e nas operações das organizações. Os benefícios alcançados foram: aumento da eficiência, redução de custos, melhoria da gestão de risco, melhoria de serviço, aumento de vendas e participação de mercado, crescimento da receita e reputação.

2.1.3 Custos de logística reversa

No Brasil, a estimativa de adequação da atividade de logística reversa (incluindo recolhimento, separação, transporte e reprocessamento dos resíduos) é de R\$ 18,5 bilhões conforme cálculos apresentados por Leite (2009). Embora o processo de logística reversa requeira altos investimentos, há muitos benefícios que impactam em diversas áreas da empresa.

Greve e Davis (2010) avaliam que, melhorando a logística reversa, as empresas podem melhorar suas receitas em até 5% do total de suas vendas. Pequenas melhorias no processamento podem resultar em economia financeira, de forma a aumentar os lucros da empresa, quando estes retornos ocorrerem com a finalidade de agregar valor ao produto. Por outro lado, se um produto com defeito retornar, o custo para emissão do crédito para o cliente será o mesmo valor que ele foi vendido, impactando diretamente na margem de lucro da empresa.

O processo de retorno pode gerar custo, lucro ou recuperação de valor, dependendo de sua finalidade. Os custos relacionados às atividades de retorno estão basicamente no manejo

destes resíduos, do ponto de consumo até os canais reversos de distribuição para conserto, reparo, troca ou eventualmente quando são destinados para destruição ou eliminação. No entanto, o caminho de retorno pode ser lucrativo se tiver como destino, por exemplo, o consumidor secundário no mercado paralelo, ou ao seu ponto de origem para reaproveitamento no processo de reciclagem, reúso ou remanufatura.

Fundamentando o conceito de lucratividade nas atividades de retorno, Rogers & Tibben-Lembke (1998), concluíram por meio de um estudo de caso realizado em empresas de varejo, que 25% do lucro destas empresas foram resultado de um melhor gerenciamento das atividades de logística reversa.

Caldwell (1999), por meio de um estudo de caso, mostrou que a empresa estudada obteve uma economia de US\$ 30 milhões em produtos que deixou de jogar fora, com a reestruturação das atividades de logística reversa.

Goldsby e Closs (2000), também por meio de estudo de caso da cadeia de suprimentos de bebidas, mostraram que as empresas tiveram uma economia nas atividades operacionais superior a US\$ 11 milhões por ano após a terceirização do processo de coleta e retorno para reciclagem de embalagens.

O percentual de redução de custo ou de recuperação de valor dos produtos retornados irá depender do destino, volume, tipo de produto e ainda peculiaridades de cada empresa e segmento.

Com a crescente evolução tanto das atividades de logística reversa no contexto global, como dos recursos tecnológicos que surgiram neste ínterim, é possível estimar que os resultados positivos com o investimento nestas atividades também acompanharam este crescimento.

2.2 Sistemas de informação (SIs) para logística reversa

A partir dos anos 90, a Tecnologia da Informação de forma geral tem evoluído e expandido exponencialmente, melhorando a qualidade e agilidade dos processos e agregando valor aos produtos e serviços de qualquer natureza. Desta forma, sua contribuição nos processos logísticos ao longo da cadeia de suprimentos tem sido indispensável. Conforme Ballou (2001), a complexidade dos processos logísticos exige uma visão sistêmica da

organização e do mercado para não perder competitividade, como por exemplo: a proliferação da variedade de produtos gera uma diversidade de itens a serem administrados nos estoques e nos armazéns no sistema logístico.

Na visão de Stair (1998), a finalidade dos SIs é oferecer informações rotineiras aos administradores e tomadores de decisões, por meio do agrupamento organizado de pessoas, procedimentos, banco de dados e dispositivos e de uma combinação de elementos tangíveis (*hardware*) e intangíveis (*softwares*). Os SIs utilizam *hardware*, *software*, serviços e infraestrutura de apoio para gerenciar e distribuir informações por meio de voz, dados e vídeos. Desta forma, os SIs abrangem questões relativas a pessoas, fluxo de trabalho e informações.

Dekker *et al.* (2012) consideram que a tecnologia da informação e comunicação - TIC foi desenvolvida para rastrear informações importantes em um processo operacional, no qual por meio dos SIs é possível acompanhar um produto desde a fase de produção e recuperar dados críticos por meio do monitoramento do processo.

Para Horowitz (2013), quando o processo de devolução é monitorado por SIs, além de permitir a visibilidade total no processo, potencializa a redução de custos em cerca de 30%.

Severo *et al.* (2011) consideram que os SIs têm um papel fundamental na logística reversa, uma vez que facilitam a identificação precisa do fornecedor de cada produto para a empresa, tornando o processo de retorno mais eficiente.

Para Li *et al.* (2012), o uso dos SIs em conjunto com outros recursos tecnológicos ajuda as atividades de retorno na rastreabilidade, definição do ponto de coleta ideal e na recuperação de valor do produto de forma mais eficaz. Como resultado, o tempo pode ser reduzido em todo o processo o que corrobora na redução de custos e no aumento dos lucros para as empresas.

Por outro lado, Chan *et al.* (2010) consideram a implementação de um SI adequado para a logística reversa ser difícil, por se tratar de uma atividade incerta. Para eles, isso faz com que as informações coletadas sejam altamente desestruturadas, razão pela qual o SI torna-se menos confiável. Eles acreditam que os benefícios de um SI para a logística para a frente podem não ser igualmente aplicáveis à logística reversa, como a tomada de decisões e outras operações de apoio no cotidiano empresarial.

Apesar das limitações observadas por Chan *et al.* (2010), para Singleton (2011) os *softwares* desenvolvidos para logística podem melhorar o gerenciamento do processo de retorno e contribuírem para redução de perdas. Em alguns casos, as empresas podem transformar seus processos de retorno em uma atividade geradora de receita. Para o autor, os SIs podem auxiliar as empresas em pelo menos três obstáculos geralmente encontrados nos seus processos:

- (i) Rastreamento de bens no processo de devolução – Uma má visibilidade na cadeia reversa de suprimentos pode gerar ineficiências no processo, acarretando em erros caros como extravios de um item devolvido. Neste caso, os SIs aliados às tecnologias de rastreio como, por exemplo, código de barras e sistemas de identificação por rádio frequência (RFID) podem rastrear os itens, além de criar alertas quando o produto estiver pronto para ser devolvido para o cliente ou para revenda, além de atender melhor os clientes de acordo com a flutuação do nível dos estoques.
- (ii) Automatização do relatório de conformidade - Cumprir com regulamentações governamentais - Os sistemas podem captar dados dos produtos em cada fase do processo técnico e gerar documentos de conformidade para os relatórios do cliente, eliminando assim erros de documentação e tempo de geração destes relatórios pelos funcionários.
- (iii) Automatização do processo de logística reversa – Na devolução do produto, o sistema pode gerar um código de controle para o cliente acompanhar o processo. Com atualização de *status* do processo e de sua localização, reduz-se demanda de atendimento no *call center* com ligações, melhorando a satisfação do cliente, reduzindo o tempo de retorno e da restituição do crédito ao cliente.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta três tópicos, a saber: (3.1) sobre a pesquisa e delimitação de estudo (3.2) o plano de pesquisa e (3.3) o método de pesquisa utilizado para alcançar os objetivos do estudo.

3.1 Sobre a pesquisa e delimitação de estudo

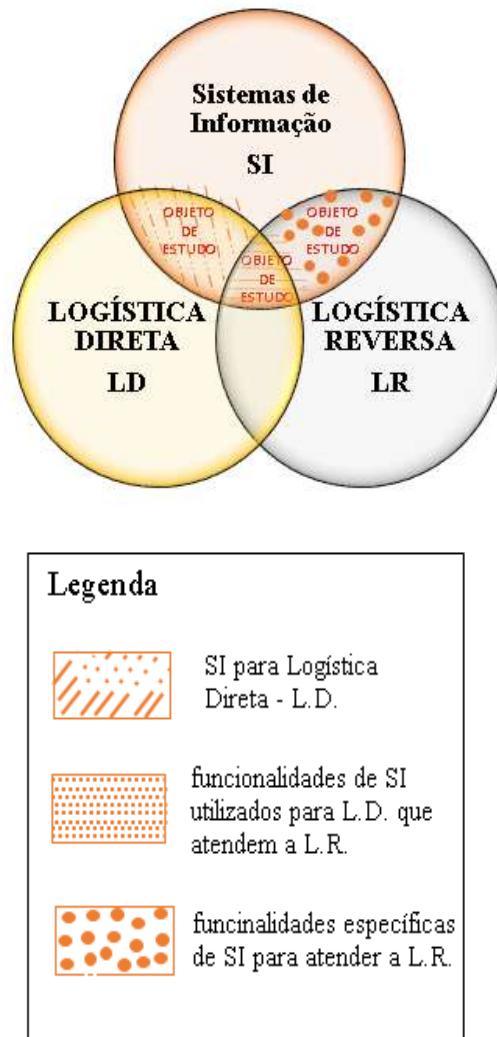
O estudo se iniciou com uma pesquisa secundária setorial (resíduos de equipamentos eletroeletrônico - REEEs) no qual se avaliou a efetividade dos instrumentos regulatórios para logística reversa de lixo oriundos de REEEs no Brasil e em regiões com maior incidência deste tipo de lixo (EUA, China, Índia, Japão e Estados-Membros da União Europeia). Os resultados da pesquisa estão apresentados no Artigo 1 - Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos: uma avaliação comparativa dos instrumentos regulatórios (BARBOZA e GONÇALVES, 2015), disponível no Capítulo 4.

Em seguida, foi realizada uma pesquisa do tipo *survey*, com o objetivo de investigar a contribuição dos SIs já utilizados no processo logístico direto e o que poderiam oferecer às atividades de logística reversa. A pesquisa resultou no Artigo 2 - A contribuição dos sistemas de informações para a logística reversa: uma pesquisa *survey* (BARBOZA *et al.*, 2015), disponível no Capítulo 5.

Os resultados dos dois estudos permitiram avaliar a efetividade dos instrumentos regulatórios nas atividades de logística reversa, com foco no segmento de lixo eletrônico e de forma geral, observar as limitações dos SIs no gerenciamento das atividades de retorno, levando ao objetivo específico: descrever funcionalidades específicas para os SIs dedicados às atividades de logística reversa, cujo resultado está no Artigo 3: Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa (BARBOZA, *et al.*, 2015), disponível no Capítulo 6.

A delimitação do estudo está representada na Figura 3.

Figura 3 – Delimitação do estudo

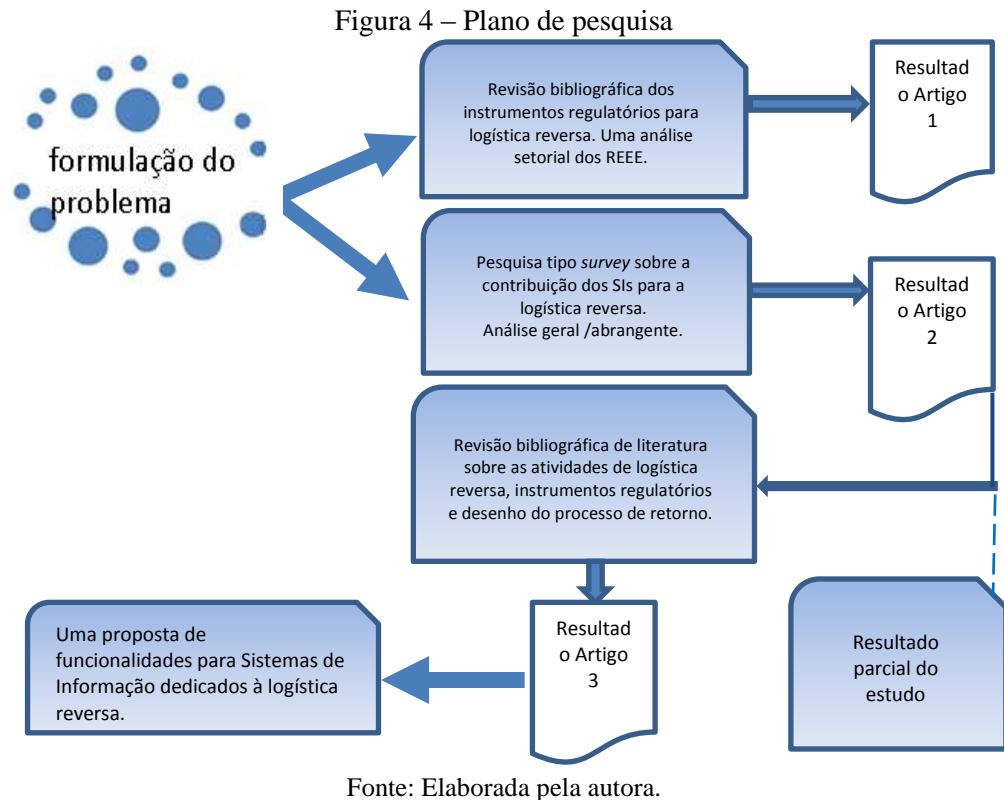


Fonte: Elaborado pela autora.

Os SIs utilizados em benefício da cadeia de suprimentos são amplamente disseminados nas atividades de logística direta, trazendo grandes benefícios no gerenciamento e controle das operações. No entanto, quando utilizados nas atividades de logística reversa não apresentam os mesmos benefícios. Desta forma, este estudo limita-se, por meio do estudo dos SIs utilizados na logística direta, investigar sua contribuição na logística reversa, buscando ainda identificar as lacunas das funcionalidades e características para este fim. Desta forma, permite sugerir um conjunto de funcionalidades dos SIs específicos para esta atividade.

3.2 O plano de pesquisa

O plano de pesquisa está representado na Figura 4.



Fonte: Elaborada pela autora.

Visando responder à Q1 do trabalho: quais são os instrumentos regulatórios para logística reversa no Brasil e em outros países ou regiões? Como recorte de escopo, foi realizada uma pesquisa no segmento de lixo eletrônico, onde se apresentam o volume produzido, os índices de retorno, descarte e/ou reciclagem e os instrumentos regulatórios adotados para o gerenciamento e controle desta atividade nos países com maior incidência deste tipo de lixo: China, EUA, Índia, Japão, Estados-Membros da União Europeia e Brasil. Os resultados encontram-se no Capítulo 4.

Para responder à Q2 do trabalho: qual a contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa? Adotou-se meios de pesquisa do tipo *survey*, que oferecem alternativas de abordagens e auxiliaram no alcance dos objetivos parciais do trabalho. Os resultados foram apresentados no artigo 2, com detalhes da pesquisa que investigou a contribuição dos principais SIs em benefício da logística reversa, encontrado no Capítulo 5.

Entendendo a relevância dos instrumentos regulatórios para a atividade de logística reversa em um importante setor (lixo eletrônico) e as dificuldades encontradas na utilização dos SIs em atender determinadas características que são peculiares às atividades de logística reversa, o estudo propõe um conjunto de funcionalidades dos SIs necessárias para gerenciar as atividades de retorno. Respondendo à Q3: quais funcionalidades dos sistemas de informação

são necessárias para gerenciar as atividades de retorno? Os resultados são apresentados no Artigo 3, abordado na Capítulo 6, que descreve uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa. O artigo baseia-se nas etapas do processo de retorno, nos instrumentos regulatórios e nas lacunas encontradas na *survey* sobre a contribuição dos SIs para a logística reversa.

3.3 Método de pesquisa

Os métodos de pesquisa utilizados foram o qualitativo e o quantitativo. No artigo 1, realizou-se uma pesquisa qualitativa, com revisão de literatura para avaliação comparativa dos instrumentos regulatórios desenvolvidos para gerenciar as atividades de retorno de lixo eletrônico no Brasil e regiões selecionadas. Sobre o método:

A pesquisa qualitativa inclui um conjunto de técnicas interpretativas que procuram descrever, decodificar e traduzir de outra forma, aprender o significado e não a frequência de certos fenômenos ocorrendo de forma mais ou menos natural no mundo social (COOPER e SCHINDLER, 2011, p. 164).

A pesquisa foi realizada com o objetivo de fazer uma análise setorial das atividades de retorno de resíduos de equipamentos eletroeletrônico – REEEs, também chamados de lixo eletrônico. O segmento foi escolhido devido a sua relevância, pois representa 5% de todo o volume de resíduos sólidos gerados mundialmente, segundo o *Greenpeace* (2008), organização não governamental que surgiu no Canadá na década de 70 e que lida com questões de interesses ambientais em várias partes do mundo.

No artigo 2 adotou-se o meio de pesquisa do tipo *survey* com análise quantitativa. Segundo Boente e Braga (2004), este método de pesquisa assim se caracteriza por haver levantamento de dados. A pesquisa é limitada às empresas de médio e grande porte, de diversos segmentos industriais e varejistas concentradas no Estado de São Paulo que exercem de forma expressiva o processo de logística reversa. Adotou-se identidade anônima para *survey*.

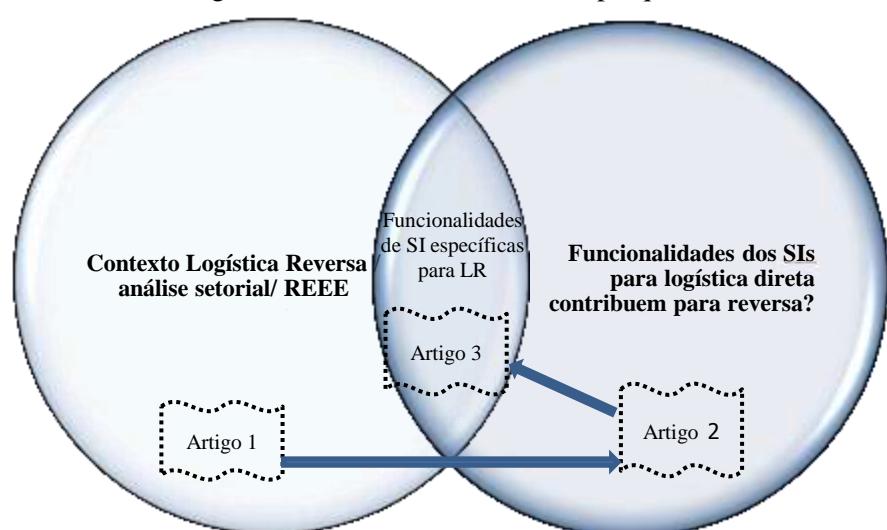
Os respondentes foram os responsáveis pelo processo de retorno em cada empresa nas duas pontas da cadeia logística, ou seja, tanto na indústria como no varejo, geralmente na área operacional logística. O objetivo foi obter informações quanto às facilidades que os SIs oferecem no processo de retorno, assim como identificar as dificuldades e restrições destes SIs na gestão desta atividade.

Por fim, aplicou-se a pesquisa qualitativa para desenvolver o artigo 3, que se baseia em:

- i) Revisão de literatura para a definição das etapas do processo de retorno, segundo Xavier e Corrêa (2013), a saber: planejamento, coleta e separação, reprocessamento e redistribuição.
- ii) Instrumentos regulatórios, que podem estabelecer o desenho do processo de retorno de resíduos específicos para cada segmento e país (BARBOZA *et al.*, 2013). Desta forma, as funcionalidades dos SIs devem possibilitar a rastreabilidade dos itens em todas as etapas do processo. Segundo Singleton (2011), os SIs podem ajudar no cumprimento das regulamentações governamentais. Para o autor, ao captar os dados técnicos dos produtos, os SIs podem gerar documentos e relatórios de conformidade, em detrimento de leis, normas, políticas e regulamentações vigentes.
- iii) Lacunas identificadas por meio da *survey* realizada por Barboza *et al.* (2014), sobre a contribuição dos SIs para a logística reversa. O resultado do estudo mostra que para a maioria dos respondentes, os SIs atendem com restrição às necessidades da atividade de retorno.

Desta forma, permite-se propor funcionalidades de sistemas de informação dedicados à logística reversa não contemplados pelos SIs utilizados nas atividades de logística direta. A Figura 5 ilustra a estrutura do método de pesquisa.

Figura 5 – Estrutura do método de pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

4 ARTIGO 1

Este capítulo apresenta o artigo 1, apresentado na 5th International Workshop on Advances in Cleaner Production. Um fórum internacional realizado nos dias 20, 21 e 22 de maio de 2015 em São Paulo, Brasil.

O artigo mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

5th International Workshop | Advances in Cleaner Production – Academic Work



LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UMA AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS REGULATÓRIOS

MARINALVA RODRIGUES BARBOZA ^{*A}, RODRIGO FRANCO GONÇALVES^A

A. UNIVERSIDADE PAULISTA, SÃO PAULO, RUA DR. BACELAR, 1212 – INDIANÓPOLIS – SP, BRASIL.

* MARINALVA_BARBOZA@YAHOO.COM.BR

Resumo

Em face da problemática ambiental, relacionadas ao lixo eletrônico, causado pelo consumo excessivo e descarte precoce de Equipamentos Eletroeletrônicos - EEE, este trabalho objetiva analisar os instrumentos regulatórios vigentes para gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônico – REEE, no Brasil e em regiões selecionadas com alta incidência deste tipo de lixo: Estados Unidos da América - EUA, China Índia, Japão e Estados Membros da União Europeia. Uma matriz comparativa é apresentada e neste contexto, o Brasil aparece como o segundo país com mais instrumentos regulatórios em vigor. No entanto, com índice de reciclagem desconhecido. Em contrapartida, o Japão e os Estados Membros da U.E., com poucos instrumentos regulatórios, se destacam pelos altos índices de retorno, atestando a eficácia deles. Como exemplo, o regime EPR (*Extended Producer Responsibility*), que serve como base para criar regulamentos em muitos outros países. Este trabalho pôde concluir que não é a quantidade de instrumentos regulatórios que influencia as taxas de retorno, mas sua eficácia. Este artigo é teórico e baseado em revisão de literatura.

Palavras-chave: Equipamentos eletroeletrônicos, Instrumentos Regulatórios, Lixo eletrônico, Logística Reversa,

Abstract

Considering the environmental issues related to e-waste caused by excessive consumption and early disposal of Electrical and Electronic Equipment - EEE, this paper aims to analyze the regulatory instruments in force for e-waste management, in Brazil and in selected geographies with a higher incidence of e-waste (USA, China India, Japan and EU Members States). The comparison matrix is presented and, within this context, Brazil appears as the second in terms of number of regulatory instruments, however, with unknown recycling rate. As a contrast example, Japan and EU Member, with few regulatory instruments, stand out in recycling rates, proving their effectiveness. For instance, the European EPR system (Extended Producer Responsibility) as such, it serves as a basis for creation regulations in many other countries. This work can conclude that it is not the amount of regulatory instruments that influence the rates of return, but its effectiveness. This paper is theoretical and based on the results of literature reviews.

Keywords: EEE, E-waste, REEE, Regulatory Instruments, Reverse Logistics.

1. Introdução

Há muito tempo questões associadas à globalização tem acirrado a concorrência, proporcionando o surgimento de novos produtos aos consumidores em todo o mundo, especialmente de equipamentos eletroeletrônicos. Particularmente no Brasil, a expansão do mercado interno, o incentivo ao crédito e a isenção de tributos favoreceram o crescimento do consumo destes produtos nos últimos anos (ABDI, 2013).

Fundamentando este crescimento, ao longo dos últimos dez anos, tem se observado um aumento significativo no consumo das famílias e em seu rendimento médio mensal em todas as regiões brasileiras. O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior brasileiro – MDIC (2015), revelou que em 2002, 38% da população pertenciam a classe média, em 2012 eram 53%.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011), dentre os bens duráveis vendidos entre os anos de 2009 e 2011, os eletroeletrônicos foram os que apresentaram maior crescimento. Os computadores com acesso à internet com 39,8% e os telefones móveis celulares com 29.7%. Em 2012, os *smartphones* e *tablets* apresentaram um incremento de 78% e os 171% respectivamente em comparação ao ano de 2011 (IDC, 2013). Considerando o curto ciclo de vida destes equipamentos e consequentemente seu descarte precoce, há uma crescente preocupação com o retorno ou tratamento de resíduos provenientes destes produtos, tanto pelas empresas como pelas autoridades governamentais em todo o mundo.

Entre os anos de 2010 e 2012, houve um crescimento de cerca de 25% nos índices de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE, gerados mundialmente. O montante atual representa 7 Kg/habitante no planeta, conforme divulgou a Iniciativa *Solving the E-waste Problem* – StEP da Organização das Nações Unidas - ONU.

A recuperação, reciclagem ou desmontagem destes REEE envolve a participação de consumidores, distribuidores, fabricantes, pessoas e entidades formais e informais. A forma de coleta destes resíduos está diretamente ligada aos instrumentos regulatórios adotados em cada país, que contemplam as diretrivas, políticas, programas, regulamentos e leis existentes para gerenciar os REEE (StEP, 2013).

Para Rogers & Tibben-Lembke (1998), o aspecto legal está entre os principais fatores que motivam a atividade de logística reversa. As razões desta importância estão relacionadas às leis e programas de incentivo criados pelas autoridades governamentais globais. O intuito é fomentar e incentivar a implementação do processo de logística reversa nas organizações, de modo a garantir um retorno sustentável ao ciclo produtivo, aos canais reversos de distribuição ou seu descarte adequado, minimizando assim os impactos ao meio ambiente.

Este trabalho tem como objetivo, analisar estes instrumentos vigentes no Brasil e nas regiões com maior incidência em produção de lixo eletrônico: EUA, China, Índia, Japão e os Estados-Membros da União Europeia (U.E). A pesquisa busca associar os instrumentos regulatórios vigentes nestas regiões, aos seus respectivos índices de produção de EEE, bem como a taxa de resíduos gerados por estes e o índice de tratamento ou recuperação destes resíduos. A presente pesquisa é de natureza teórica e exploratória, realizada a partir de revisão bibliográfica da literatura.

2. Equipamentos Eletroeletrônicos - EEE

Os equipamentos eletroeletrônicos são aqueles cujo funcionamento dependem de correntes elétricas ou de campo eletromagnético. São compostos pelas linhas: Branca (refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar), Marrom (monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS equipamentos de áudio, filmadoras), Azul (batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras) e Verde (computadores desktop e laptops, acessórios de informática, *tablets* e telefones e celulares). A indústria de equipamentos eletroeletrônicos é uma das que mais cresce no mundo industrializado. Os resíduos descartados da indústria de EEE são conhecidos como lixo eletrônico e Resíduo de Equipamentos eletroeletrônicos – REEE (Li, 2012).

No Brasil não é diferente, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE, a indústria de EEE atualmente contribui com 3,3% do PIB nacional e os REEE devem ultrapassar os atuais 6,5 Kg/*per capita*, estimados em 8 kg/*per capita* em 2015 (ABDI, 2013).

A produção global de lixo eletrônico foi aproximadamente 49 milhões de toneladas métricas em 2012. A China e os Estados Unidos foram os que mais colocaram equipamentos eletroeletrônicos no mercado, 11,1 e 10 milhões de toneladas respectivamente e também os que mais geraram lixo eletrônico, 7,3 e 9 milhões de toneladas. A Índia e o Japão vêm em seguida com 4,3 e 3,3 milhões de toneladas de EEE no mercado respectivamente, cada um gerando cerca 2,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico. A soma dos EEE colocados no mercado pelos Estados-Membros da U.E. (27 + 2) é de 12,2 milhões de toneladas, resultando na geração de aproximadamente 10 milhões de toneladas de REEE. Neste cenário, o Brasil produziu dois milhões de toneladas de EEE e gerou 1,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico neste mesmo ano. Há expectativa de um crescimento de 33% na incidência de lixos desta natureza até 2017, no qual ocasionará a geração de 65,4 milhões de toneladas de resíduos. O volume de EEE colocados no mercado terá como resultado a geração de grandes volumes de REEE que podem causar problemas ao meio ambiente e riscos à saúde humana (StEP, 2013).

3. Logística Reversa

A logística reversa é definida como o processo de planejar, implementar e controlar eficiente, o custo efetivo, fluxo de matéria-prima, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, do ponto de consumo ao ponto de origem, de forma eficiente e eficaz, visando recuperar valor ao produto ou descarte apropriado. Em complemento a esta definição, o fluxo reverso pode ser de bens de pós-vendas ou pós-consumo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: legal, econômico, ecológico, imagem da empresa entre outros (LEITE, 2003).

De acordo com Sheu (2007), o processo de logística reversa envolve pelo menos três fatores: Inovação, Coordenação e Integração. A necessidade de criar sistemas e procedimentos para gerenciar a atividade de retorno requer um alto grau de inovação. Já a diversidade de produtos e materiais requer uma considerável coordenação no gerenciamento da Logística Reversa, necessitando assim da participação de várias empresas de forma integrada no tratamento e no descarte final de produtos e materiais perigosos.

Segundo Rogers & Tibben-Lembke (1998), a logística reversa está ligada principalmente às questões de: Competitividade (65,2%), canal limpo (33,4%) e questões legais (28,9%). Os aspectos legais ganham mais relevância se considerarmos que no fator competitividade pode contemplar diversos aspectos interpretativo para o que se considera competitividade, inclusive o fator legal. Por exemplo, ao realizar as atividades de retorno para atender uma norma ou lei,

a empresa agrega valor aos serviços prestados responsabilizando-se pelo retorno dos produtos a serem reparados ou trocados, aumentando a satisfação dos seus clientes. Quando a empresa realiza a logística reversa para dar uma destinação segura aos seus resíduos, melhora a percepção dos clientes quanto a imagem da empresa, ao mostrar-se comprometida com o meio ambiente.

4. Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE

A ONU estima que de todo resíduo proveniente de equipamentos eletroeletrônicos – REEE, também chamados de lixo eletrônico, gerados anualmente no mundo, apenas entre 15 a 20% sejam reciclados 0. A necessidade de logística reversa de REEE é fundamentada pela composição de componentes altamente tóxicos presentes nestes tipos de produtos, nocivos tanto ao meio ambiente como à saúde humana.

O fluxo de retorno destes resíduos é motivado por uma combinação exclusiva de fatores peculiares a este segmento que inclui também: o tempo de vida útil dos equipamentos, o valor agregado no lixo eletrônico que possibilita a redução da mineração de materiais virgens e o alto custo de processamento de reciclagem que pode exceder o valor do material recuperado (GREGORY, 2009).

A coleta dos REEE, assim como a de qualquer outra atividade reversa enfrenta dificuldades devido aos custos envolvidos, que em muitos casos inviabilizam a realização do processo. Outros entraves desta atividade são relativos ao alto grau de incerteza quanto aos aspectos de qualidade, tempo e principalmente ao local de origem dos produtos a serem coletados, onde o mercado fragmentado dificulta sua consolidação (Dekker, 2004). O princípio fundamental para o desenvolvimento de instrumentos regulatórios para gerenciar os REEE é baseado no conceito do ciclo de vida dos EEE.

Desta forma, se todas as seções do ciclo de vida caem dentro do limite geográfico de um país, então vigora a regulamentação nacional do país para conduzir a gestão de lixo eletrônico. No entanto, se uma seção do ciclo de vida cai fora do limite geográfico do país, a gestão dos resíduos é regida por convenções. Por exemplo, a Convenção Internacional de Basileia que controla o movimento fronteiriço de resíduos perigosos. Cada país segue seus próprios regulamentos para gestão de REEE. No entanto, atualmente muitos países em desenvolvimento tem elaborado seus regulamentos sob o regime EPR, no qual a União Europeia estabelece seus regimes (UNEP, 2011).

Os países que mais geram REEE proporcionalmente ao volume de EEE colocados no mercado são os EUA, os Estados-Membros da U.E. e o Japão com 93%, 82% e 81%

respectivamente. No entanto, o Japão recicla em média 85%, os Estados-Membros da U.E. entre 30 e 50% (com média de 37%) e os EUA menos de 30%. Em seguida vem, o Brasil (70%), China (65%) e Índia (62,7%). Todos com baixos índices de reciclagem menores de 20% (StEP,2013). O quadro 1 a seguir, apresenta os detalhes.

Quadro 1 – Matriz comparativa dos instrumentos regulatórios vigentes nas regiões estudas

Pais	Produção de EEE em milhões de tons.	Geração REEE/ milhões de tons.	Instrumentos Regulatórios, vigentes até fev. /2015.	Taxa de retorno	Meta
Brasil	2 (StEP,2013)	1,4 (StEP,2013)	25 vigentes: (24 regionais), incluindo 20 leis estaduais. 01 Lei Federal 12.305/2010 – PNRS, Política Nacional de Resíduos Sólidos - RESOLUÇÃO SMA-038 DE 02 DE AGOSTO DE 2011 – Acordo setorial estabelecido em 2013 para gestão de REEE (StEP,2013b). 26 propostas de projetos de lei.	N/D. Não há dados oficiais reais Não há dados oficiais com os índices de retorno de REEE. Até 2009, a ONU concluiu que as autoridades brasileiras não priorizavam questão relacionadas ao manejo do lixo eletrônico (UNEP, 2009) O Brasil recicla cerca de 2% de seus resíduos, 98% são destinados aos aterros. Dos quais reaproveitam 13%,	A PNRS estabelece algumas parâmetros para os primeiros cinco anos da lei em vigor: Coleta e destinação 17% do peso de EEE vendido no mercado interno no ano anterior/ Estabelecer o sistema permanente de leva e traz em 100% dos municípios acima de 80 mil habitantes até 2018/Aprox. 4000 pontos de coletas nas grandes cidades. - Criar incentivos para design e inovação de eletrônicos + verdes / Certificar-se de que o governo federal lidera como exemplo na gestão dos lixos eletrônicos /Aumentar gestão segura e eficaz do manuseio dos REEE nos EUA/ Meta de 95% de aquisições sustentáveis especificado na Ordem Exec.13514 (GPO-USA, 2009).
EUA	10 (StEP,2013)	9,3 (StEP,2013)	87 vigentes, incluindo 5 leis regionais que tratam basicamente da reciclagem de resíduos eletrônicos, sendo: cap. 446, 2008 /Arquivo 854, 2007/NH RSA 149-M:27,1996/ 2626, 2007/361951,2007 e Cap. 7095, 2006. 6 propostas, incluindo projeto de responsabilidade do produtor e diretrizes para recuperação de REEE. ESAP (Environmental Self-Assessment Program (StEP,2013b).	Taxa de recuperação ou reciclagem 29,2% em 2012 (EPA,2012).	- Criar incentivos para design e inovação de eletrônicos + verdes / Certificar-se de que o governo federal lidera como exemplo na gestão dos lixos eletrônicos /Aumentar gestão segura e eficaz do manuseio dos REEE nos EUA/ Meta de 95% de aquisições sustentáveis especificado na Ordem Exec.13514 (GPO-USA, 2009).
China	11 (StEP,2013)	7,2 (StEP,2013)	17 vigentes e válidas para todo território Chinês, incluindo a lei de reciclagem econômica chinesa de 2008. 9 propostas que tratam basicamente de requisitos para desmontagem e tratamento de resíduos de EEE e de medidas administrativas destes resíduos (Step, 2013b).	Cerca 61,3 milhões de unidades de EEE foram coletados e tratados em 2011. Representa cerca de 18,3% do total colocado no mercado no mesmo ano. No mesmo ano aprox. 1 milhão de tons. ferro, aço, metal não ferroso, metais, plásticos foram reciclados pelo setor formal, representa 13,5 % do volume de REEE gerados em 2012 (Wang, <i>et al.</i> , 2013).	É esperado um crescimento de aprox. 33,5% na taxa de reciclagem de REEE até 2017 em relação aos índices de 2010 (ADS Reports, 2012).
Índia	4,3 (StEP,2013)	2,7 (StEP,2013)	3 vigentes: (Três nacionais e uma Estadual) Orientações e Regras para Implementação da gestão e manejo de lixo eletrônico de 2011/ Decreto-lei 1.035 para gestão e manejo de REEE, 2011/Regras para Gestão, Manutenção e Movimento Transfronteiriço de Resíduos Perigosos, 2008/ Política Estadual de REEE, No. 18 de 2010 /1 projeto de lei que trata de manuseio e descarte de REEE (StEP,2013b).	Entre 5% e 6% do lixo eletrônico gerado na Índia são reciclados, destes índices, 95% pelo setor informal Cerca de 19 mil toneladas são recicladas anualmente (Raghupathy, <i>et al.</i> , 2012).	É estimado que 25% dos resíduos de EEE gerados sejam reciclados pelo setor formal até o final de 2017 (Namrata, 2012).
Japão	3,3 (StEP,2013)	2,7 (StEP,2013)	4 vigentes: Reciclagem – Ato específico de eletrodomésticos, 1998/ Promoção da Reciclagem de REEE de Dez/2012/ Promoção da Reciclagem de REEE Port. n.º 45, 2012/Promoção da Reciclagem de REEE, Port.n.º.3,2013. Sistema 3Rs (reutilização, reciclagem e recuperação) (StEP,2013b).	Menor taxa de retorno foi de 80% (refrigeradores) e a maior com 91% (ar condicionado). Reciclagem mais de 25 milhões de unidades de EEE. Das 38 milhões de unidades geradas. Representa mais de 65% de reciclagem sobre o volume gerado (Honda, 2013).	Tem definição de taxa de reciclagem dos EEE de 75% para grande porte e de 65% para pequeno porte (EPA,2012b).
Estados Membros da UE	12,2 (StEP,2013)	9,9 (StEP,2013)	5 vigentes, a saber: Diretiva WEEE 2002/96/EC+ RoHS) 2002/95 /Diretiva WEEE, 2012/19 EU/Coleta de WEEE – V.9.0, Maio2011 / Logística de WEEE – V.9.0, Maio2011 /Tratamento de WEEE –V.9.0, Maio/ 2011 (StEP,2013b).	Em 2010 a taxa de coleta foi de 50% em 4 países, entre 30% – 50% em 12 países e entre 10%-30% em 9 países. A média geral foi de 37% (EEA,2013).	A WEEE2002 tem meta mínima de reciclagem de 45% para 2016, 65% até 2019 para os EEE colocados no mercado Europeu ou 85% para os que forem gerados internamente. Até dez/2015 objetiva coletar 4 kg REEE/ <i>per capita</i> . (EEA,2013).

Fonte: Os autores

A seguir, um resumo de cada país e regiões com relação suas formas de reciclagem e tratamento de REEE.

Brasil: Até 2012 o Brasil possuía 94 recicladores oficiais espalhados por todo o país, com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste do país. Em 2013, a meta de municípios cobertos era de 134 com 1071 pontos de coleta para 2018, o país objetiva cobrir 1078 municípios com 5967 pontos de coleta. O Brasil estima aumentar os gastos com o tratamento de retorno em mais de 130% em cinco anos (EPA,2012c). Há cerca de vinte leis estaduais no país, que estabelecem regras para recuperação e reciclagem de REEE. No entanto, a lei federal 12.305/2010 é a mais específica com relação a metas de recuperação e reciclagem de resíduos sólidos, no qual contempla os REEE, que estabelece a responsabilidade compartilhada para o retorno dos produtos. Não foram encontrados dados oficiais de índices de reciclagem de lixo eletrônico do Brasil, já que o volume reciclado divulgado (13%) abrange resíduos secos e úmidos. Desta forma, adota-se para representação gráfica o índice mínimo de reciclagem (2%) divulgado pelo Senado Brasileiro (BRASIL, 2010).

EUA: Desde o ato de reciclagem de REEE de 2003 realizado na Califórnia que estabeleceu um mecanismo para financiar e gerenciar o lixo eletrônico já foram criados 560 coletores autorizados e 55 recicladores que atendem todos os resíduos perigosos no Estado (ABDI, 2013). Em nível nacional, considerando dois tipos de programas para certificação de recicladores eletrônicos (R2 – *Responsible Recycling Practices* e E-Stewards) haviam 524 recicladores certificados até junho de 2013, pelo menos 26 vezes mais do que em 2010. No entanto, do volume total de REEE reciclados em todo país, não se tem conhecimento do % de reciclagem por meio destes recicladores certificados (EPA, 2012d). Há pelo menos cinco leis Estaduais nos EUA que tratam da questão de gerenciamento dos REEE, no entanto, elas não limitam movimento internacional de lixo eletrônico no país. A lei federal HR2284 ainda não obteve aprovação final e não ratificaram a convenção da Basileia (SLOVICK, 2011).

China: Estima-se que haja 440 mil pessoas envolvidas no processo de coleta de lixo eletrônico do setor informal no país, que predominam sobre o mercado formal. Considerando somente os índices de coleta do setor formal, a taxa de reciclagem foi de 64% em 2011. A China não possui rede formal de reciclagem de lixo eletrônico, no entanto, nas maiores cidades, há planos de tratamento destes resíduos certificado, que somam 21 unidades, espalhadas em Pequim, Tianjin, Xangai, Suzhou, Huizhou e Harbin. Com o objetivo de aprimorar a gestão de REEE através destes canais, o governo chinês lançou quatro projetos piloto paralelos de lixo eletrônico nas principais cidades (Beijing, Qingdao, Hangzhou Dadi e

Tianjin). No entanto, o projeto não teve êxito pela baixa taxa de coleta destes postos, resultando em perdas econômicas devido as unidades não operarem com sua total capacidade. A coleta é altamente fracionada, em Hangzhou Dadi, por exemplo, 65,7% dos REEE recolhidos foram provenientes de consumidores individuais. A ausência de um sistema municipal de rede de coleta de REEE na China, cria oportunidades para a coleta de lixo eletrônico baseado em domicílio (WANG, *et al.*, 2008). Chi (2014), por meio de um estudo de caso da cidade de Taizhou, constataram que a coleta informal é o canal principal de eliminação dos resíduos eletrônicos domésticos (38%), o setor formal detém a menor parcela no processo de eliminação destes resíduos (12,1%). As leis Chinesas gerenciam medidas para prevenção de poluição dos REEE, proibição de importação de resíduos perigosos, similares a Diretiva da U.E. e regulamentos para recuperação e descarte de REEE. Determina-se que fabricante, varejistas e empresas recicadoras (certificadas) sejam responsáveis pela coleta e reciclagem de REEE, sob pena de multa vagamente definida no texto da lei.

Índia: Dez Estados indianos contribuem para a geração de 70% de todo os REEE gerados no país. Desde de Julho de 2009, a Índia vem trabalhando para organizar e formalizar o setor de reciclagem. Existem 23 unidades de reciclagem e reprocessamento de lixo eletrônico atualmente no país. No entanto, o setor informal é responsável pela reciclagem de 95% de todo volume de REEE gerado no país. As recicadoras justificam a falta de mecanismos apropriados para o processo de coleta e descarte, desta forma, processam menos do que suas respectivas capacidades de processamento (EPA, 2012e). As leis que tratam da gestão de REEE são recentes e tratam basicamente destes resíduos e movimentos fronteiriço de substâncias perigosas provenientes de resíduos eletrônicos (RAJESH, 2011).

Japão: A partir da lei DHLR que regulariza o retorno dos REEE foram criados dois grupos de fabricantes (A - com 23 empresas filiadas e B - com 18 empresas) que somam 380 pontos de coleta e 50 instalações para o tratamento e reciclagem. Estes grupos são responsáveis pela coleta, transporte, reciclagem e destinação final dos REEE. A meta de retorno depende do tipo de equipamento, mas é em média 60% (ABDI, 2013). Dos 38,48 milhões de unidades de REEE gerados em 2012, 66,5% foram recicladas por canais oficiais (empresas e varejistas), 21% foram reutilizadas (34% destes são exportados com a finalidade de reúso em países em desenvolvimento) e os 12,5% restantes viraram sucata, processadas pelos distribuídos, sucateiros, trituradores, pequenas revendas, contrabando e dumping ilegal. Mais de 83% da sucata são destinadas à exportação (EPA, 2012b). O sistema de retorno do Japão, o usuário final paga taxa de reciclagem, o varejista providencia pontos de coleta e a reciclagem é feita

pela empresa fabricante. Desta forma, cerca de 74% dos REEE chegam aos recicladores (HONDA, 2010).

Estados Membros da União Europeia – U.E.: A diretiva 2012/19/EU define que os fabricantes dos equipamentos de EEE devem assegurar que os sistemas de pontos de coletas coletivos e/ou individuais criados sejam acessíveis. O artigo 16 da Diretiva estabelece que todos os envolvidos que lidam com o REEE (empresas de reciclagem, catadores de lixo, autoridades locais, comerciantes) devem informar a quantidade de REEE que manipulam. Sob o regime EPR, no qual os fabricantes têm a responsabilidade de retorno sobre seus produtos, não há setor informal, mas a diretiva estabelece que os Estados-Membros devem criar medidas para aumentar a arrecadação de REEE, por exemplo, criando campanhas nacionais de sensibilização (EEA,2013).

Estimulados pelas obrigações estabelecidas neste regime, em 2002 um grupo de fabricantes (HP, Sony, Electrolux e Gillete/Baun) criou a ERP – *European Recycling Platform*. A ERP foi formada com intuito de aumentar a competição da atividade de logística reversa de REEE, reduzindo seus custos e melhorando a qualidade destes serviços, além controlar o preço no mercado Europeu. Com a estratégia de maior volume e menor preço, a ERP conseguiu um decréscimo no valor operacional de 30%, e entre 70 e 80% nos custos gerais. A organização recicla mais de 400.000 toneladas de cinco linhas de EEE em 10 países Europeus 0. O montante reciclado através deste sistema formal representa mais de 10% da média reciclada em todos os Estados-Membros da U.E. A Diretiva 2012/19 UE abrange todos os tipos de EEE em dez categorias e estabelece metas claras de recolha, valorização e reciclagem dos REEE. A diretiva RoHS, trata da Restrição de Substâncias Perigosas, desde a fase de concepção do produto, estabelecendo limites de peso de componentes de materiais perigosos. Os regulamentos são definidos sob o regime EPR no qual o produtor tem responsabilidade estendida sobre seus produtos (EEA,2013).

5. Análise e Discussão

Os canais oficiais de reciclagem parecem contribuir para o aumento do índice de reciclagem em relação ao volume de REEE gerados. No Japão, a lei define bem os papéis dos envolvidos no processo de retorno. Nos Estados-Membros da U.E. o produtor tem a responsabilidade estendida até o fim da vida útil do produto. Nos EUA, embora não haja dados oficiais de reciclagem de REEE por recicladores informais, há uma grande rede de canais oficiais de reciclagem, superando a China, Brasil e Índia nos índices de reciclagem. O Brasil apresenta-

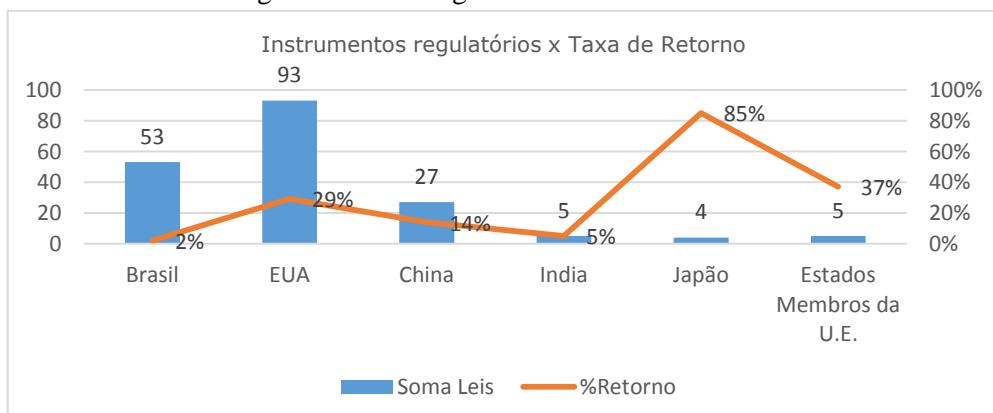
se com mais canais de recicladores oficiais que a China e Índia, no entanto, não se dá para medir a efetividade destes canais, haja vista que não tem conhecimento dos seus índices reais de retorno de REEE.

Comparando China e Índia, ambos possuem índices semelhantes de recicladores formais, no entanto, a China apresenta significante vantagem sobre os índices de retorno/reciclagem de REEE. Dentre outros aspectos, a Índia parece menos eficaz na reciclagem destes resíduos por estes canais oficiais, já que 95% do volume reciclado acontece pelo setor informal. Comparando a legislação destes dois países, a Índia é relativamente nova em formulação de leis específicas para o manejo de REEE.

Analizando apenas os instrumentos regulatórios em vigor como fator de influência sobre o índice de retorno, é possível notar que há uma discrepância nestes indicadores. Ou seja, não há proporção de um fator sobre o outro. Embora com baixo índice de retorno, o Brasil, por exemplo, só perde para os Estados Unidos em volume de regulamentos, com 25 e 87 respectivamente. Por outro lado, avaliando as regiões com altos índices de reciclagem como o Japão e os Estados-Membros da U.E., os mesmos possuem respectivamente apenas 4 e 5 instrumentos regulatórios em vigor, conforme demonstrado na fig.1. Os resultados mostram que a quantidade de instrumentos regulatórios criados para gerenciar os REEE não é determinante para aumentar os índices de retorno destes. É necessário avaliar os regulamentos adotados nos países com maior índice de retorno como o Japão e nos Estados-Membros da U.E. para avaliar outros aspectos de eficácia.

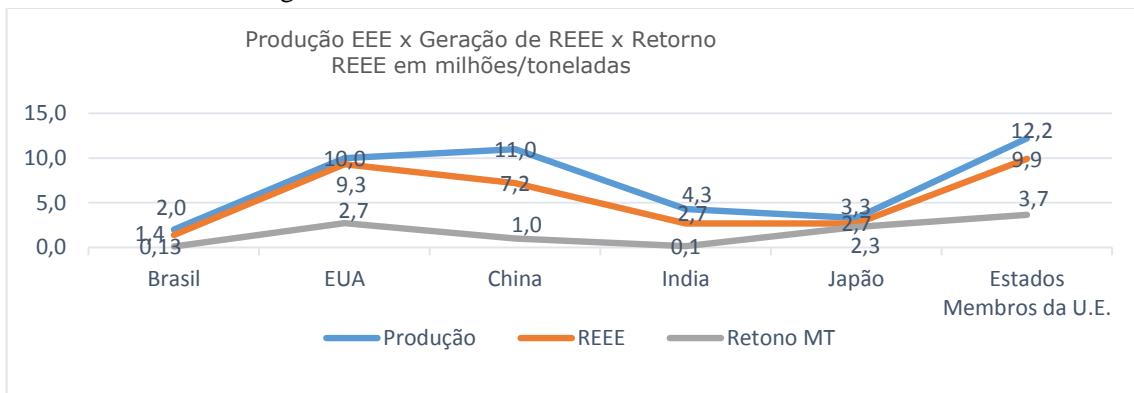
Através da fig. 2, é possível ilustrar graficamente a relação dos três principais indicadores estudados (a produção de EEE, a geração de REEE e o índice de retorno destes resíduos) nas regiões selecionadas.

Figura 1 – Inst. Regulatórios x taxa de retorno



Fonte: StEP (2013)

Figura 2 – Análise de três indicadores de EEE e REEE

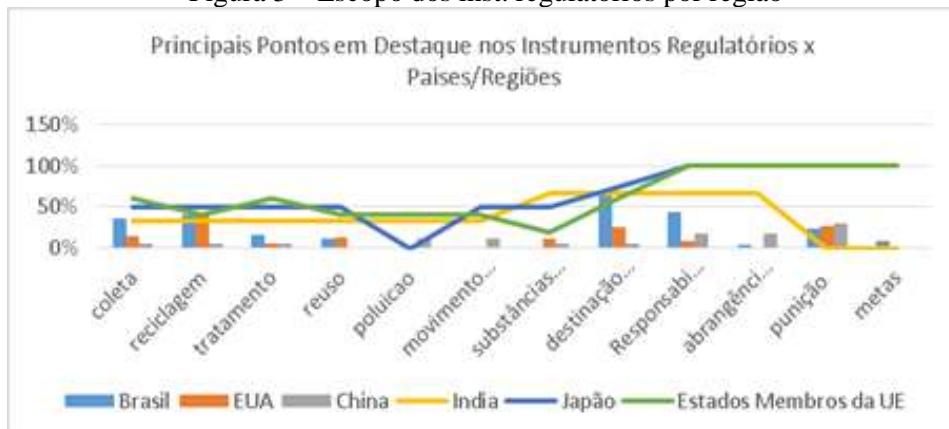


Fonte: StEP (2013)

A fig. 3 apresenta os principais pontos em destaque no escopo, descrição e/ou objetivo de todos os instrumentos regulatórios de REEE apresentados anteriormente no quadro 1 (matriz de comparação) nos países estudados. Os quesitos avaliados não necessariamente refletem a realidade dos fatos, ou seja, é apenas um espelho destes instrumentos, não cabendo avaliar o cumprimento destes pontos em seus respectivos países. Os instrumentos regulatórios existentes no Japão e nos Estados-Membros da U.E. se destacam dos demais países estudados nos seguintes quesitos: responsabilidade definida, Abrangência Nacional, Punição e Metas de reciclagem, podendo ser estes um dos fatores determinantes para os seus destaque nos índices de retorno apresentados nas fig.1 e 2.

Os modelos dos instrumentos destas regiões definem claramente os papéis dos envolvidos desde o início do processo e servem de modelo para elaboração de leis em vários outros países. Todos eles se aplicam em nível nacional, facilitando a padronização de regras no processo de retorno dos REEE e preveem punições para o não cumprimento das mesmas, incluindo forma de inspeção e monitoramento. Por fim, as metas de reciclagem são bem claras nestas regiões, contendo data e índice mínimo a ser alcançados para cada tipo de EEE.

Figura 3 – Escopo dos inst. regulatórios por região



Fonte: StEP (2013)

6. Conclusão

O trabalho mostra que a quantidade de instrumentos regulatórios criados para gerenciar o manejo dos REEE não tem influência direta sobre a taxa de retorno ou reciclagem destes resíduos, mas a sua eficácia. Avaliando o escopo de todos os instrumentos regulatórios dos países e regiões estudadas é possível notar que as regiões com melhor desempenho neste aspecto (Japão e Estados-Membros da U.E.) também são os que se diferenciam na formatação dos seus regimes, principalmente nos quesitos: definição de papéis dos responsáveis pelo retorno, aplicação de punições para infratores, definição de metas de reciclagem e abrangência da lei. Por outro lado, esta desproporcionalidade mostra que ter a lei não é sinônimo de cumprimento dela, uma vez que todas as leis estudadas ainda que com falhas ou limitações, se fossem cumpridas o que foi estabelecido, os resultados poderiam ser melhores. Desta forma, propõe-se estudar outros fatores de influência como forma de inspeção e monitoramento da lei ou ainda aspectos culturais de cada região. A informalidade dos canais de reciclagem também apresenta uma forte ligação com o baixo desempenho de índices de reciclagem, a exemplo da Índia e China se comparadas ao EUA, considerando os mesmos critérios. O Brasil não tem dados oficiais de retorno e reciclagem de REEE, a PNRS (12.305) de 2010 é a lei que mais se aproxima dos padrões modelos internacionais, mas é relativamente nova para conclusões e análise de sua eficácia.

Propõe-se para trabalhos futuros o estudo de países em regiões comuns como BRICS, América Latina ou países em desenvolvimento em comparação aos países desenvolvidos.

Referências

ABDI- Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos - Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2013.pp.44

ADS Reports- E-Waste in China Recycling And Reuse Services Market - Global And China Scenario, Trends, Industry Analysis, Size, Share And Forecast 2010 - 2017 - Published: Oct 2012 - Pages: 133 - Report code: ASDR-35731

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília, DF: [s.n], 2010. <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> acesso em 03/08/2014.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem, disponível em http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/Upload/201003%20-%20junho/pdf/em%20discuss%C3%A3o_internet.pdf acesso em 23/02/2015.

Chi, J. - Waste collection channels and household recycling behaviors in Taizhou of China, Journal of Cleaner Production (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.056>

Dekker, R. (editors), Reverse Logistics:” Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains”. London: Springer, 2004. pp.3-27.

EEA – European Environment Agency -Waste electrical and electronic equipment (WST 003) – Assessment. Jun. 2013, disponível em <www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-electrical-and-electronic-equipment/assessment-1> acesso em 23/01/2015.

EPA - Environmental Protection Agency – “Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2012, disponível em http://www.epa.gov/waste/nonhaz/municipal/pubs/2012_msw_fs.pdf, acesso em 14/03/2015.

EPA - Environmental Protection Agency (2012b), disponível em <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/japan.pdf>, acesso em 27/02/2015.

EPA – Environmental Protection Agency (2012c), disponível em <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/brazil.pdf>, acesso em 12/03/2015.

EPA – Environmental Protection Agency (2012d), disponível em <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/overview.pdf> acesso em 12/03/2015.

EPA – Environmental Protection Agency (2012e), disponível em <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/india.pdf> acesso em 12/03/2015.

GPO-USA/EO31.514- disponível em <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2009-10-08/pdf/E9-24518.pdf>, acesso em 23/01/2015.

Gregory, J; Magalini, F; Kuehr, R; Huisman, J.” E-Waste Take-Back System Design and Policy Approaches” White Paper, January 2009.

Honda, S. - Policy Update from Japan, Ministry of the Environment, Japan, 3rd GEM, Network, California, June 2013.

Honda S. Japan's experiences in environmentally sound management of e-waste. E-waste Workshop at IETC; 2010. Osaka, Japan. 6–9 July 2010; 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio”, Síntese de indicadores 2009/2011, 2011. pp 25-34.

IDC Latin - International Data Corporation, disponível em <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1457>> acesso em 22/01/2014.

Leite, P.R., Logística Reversa - Meio ambiente e Competitividade. São Paulo: P. Hall, 2003. pp.16.

Li, R., Tee; C. Tarin J.C. - “A Reverse Logistics Model For Recovery Options of E-waste Considering the Integration of the Formal and Informal Waste Sectors”, Elsevier, 2012.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, disponível em <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=4&menu=4485>, acesso em 23/01/15.

Namrata, T. - India Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Market Forecast and Opportunities, 2017 -Ewaste, Published: 2012, 92 Pages - TechSci Research

Raghupathy, L, Kruger,C., Chaturvedi A, Arora, R. Henzler, M. - E-Waste Recycling In India – Bridging The Gap Between The Informal And Formal Sector - Adelphi, 2012.

Rajesh, P. Manufacturers targeted by India's e-waste laws. Chemistry World 2011; <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2011/July/13071101.asp>. Acesso em 20/02/2014.

Rogers D.;Tibben-Lembke R., Going Backwards: “Reverse Logistics Trends and Practices, Reverse Logistics Executive Council”. 1998. pp. 2-33.

Sheu, J. - A coordinated reverse logistics system for regional management of multi- source hazardous wastes. Computers and Operations Research 34, 1442–1462, 2007.

Slovick, M. Something worthwhile out of Washington. MarketEye; 2011. 28 Sept. 2011. B <http://www.ttiinc.com/object/me-slovick-20110928.html>. Acesso em 10/02/2014.

StEP – Solving the E-waste Problem – Annual Report – 2012/2013. UNU – United Nation University – Institute for Sustainability and Peace, 2013.

StEP – Solving the E-waste Problem – disponível em <http://www.step-initiative.org/index.php/WorldMap.html>, 2012/2013, acesso em 20/01/2015.

UNEP - United Nations Environment Programme - Recycling from e-waste to resources- Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies, 2009.

UNEP - United Nations Environment Programme, DTIE, IETC - Manual 3: WEEE/E-Waste
“Take Back System, 2011.

Wang, F., Husiman J., Marinelli T., Zhang Y., Ooyen S., - Economic conditions for formal and informal recycling of e-waste in China – The learning experience from the setup of a pilot plant, Delft University of Technology, 2008.

Wang, F.Kuchr; R. Ahlquist, D; Li, J. – “E-waste in China: A country report “, STEP -UNU-ISP, United Nations University – Institute for Sustainability and Peace, 2013.

5 ARTIGO 2

Este capítulo apresenta o artigo 2, publicado na Revista Eletrônica Gestão & Saúde. Vol. 6 (Supl. 2). Abril, 2015 p.1108-24.

O artigo mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

Revista Eletrônica Gestão & Saúde ISSN: 1982-4785
Barboza MR, Vendrametto O, Reis JGM, *et al.*

A contribuição dos sistemas de informação para logística.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA LOGÍSTICA REVERSA: UMA PESQUISA (SURVEY)

THE CONTRIBUTION OF INFORMATION SYSTEMS FOR REVERSE LOGISTICS: A SURVEY

LA CONTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA LOGÍSTICA INVERSA: UNA ENCUESTA

Marinalva Rodrigues Barboza¹, Oduvaldo Vendrametto², João Gilberto Mendes Reis³, Rodrigo Franco Gonçalves⁴

RESUMO:

Embora com menor benefício que na logística direta, os principais Sistemas de Informação dedicados ao apoio as atividades logísticas, contribuem de forma significativa no gerenciamento dos retornos. No entanto, a pesquisa (*survey*) realizada com um grupo profissionais

envolvidos com o processo de retorno, provenientes de empresas de médio e grande porte da indústria e varejo do estado de SP que teve como objetivo identificar estas contribuições mostrou que ao invés destas soluções, mais de 90% das empresas que automatizam os seus processos, utilizam soluções paliativas provenientes dos seus Enterprise Resource Planning – ERPs, desenvolvidas internamente ou o próprio

ERP. Embora este grupo tenha apresentado alguns benefícios no processo como: redução de custo e tempo, melhora operacional e competitividade, em geral 79% dos respondentes consideram que estas soluções atendem parcialmente suas

¹ Especialista, Aluna de mestrado no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (UNIP) marinalva_barboza@yahoo.com.br

² Doutor, Professor no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (UNIP) oduvaldov@uol.com.br

³ Doutor, Professor no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (UNIP) betomendesreis@msn.com

⁴ Doutor, Professor no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (UNIP) – Rua Dr. Bacelar, 1212 – Indianópolis – São Paulo/SP, rofranco@osite.com.br

necessidades. Conclui-se que a obtenção dos benefícios do SI no processo de retorno vai além das soluções de gestão, é necessária sua utilização na operação do processo para obtenção de melhores benefícios no gerenciamento das atividades de retorno.

Palavras-Chave: Logística reversa; sistemas de informação gerencial; gerenciamento de retorno.

ABSTRACT:

Although less effective than direct logistics, the main information systems dedicated to support logistics activities, contribute significantly to the management of returns. However, research (survey) carried out with a professional group involved in the return process, from medium and large companies in the industry and retail SP state that aimed to identify these contributions showed that instead of these solutions, more than 90% of companies that automate their processes, using palliative solutions from its Enterprise Resource Planning - ERP, developed in house or own ERP. Although this group had some benefits in the process as: reduction of cost and time, operational improvement and competitiveness in general 79% of respondents consider that these solutions partially meet their needs. It can be concluded that to obtain the benefits of the SI in the return process goes beyond

management solutions, is required its use in the operation of the process to obtain better benefits in the management of reverse logistics activities.

RESUMEN

Aunque es menos eficaz que la logística directa, los principales sistemas de información dedicados a apoyar las actividades de logística, contribuyen significativamente a la gestión de las devoluciones. Sin embargo, la investigación (encuesta) llevó a cabo con un grupo de profesionales que participan en el proceso de retorno, de medianas y grandes empresas de la industria y al por menor SP estado que tuvo como objetivo identificar estas contribuciones mostraron que en lugar de estas soluciones, más del 90% de las empresas que automatizan sus procesos, utilizando soluciones paliativas de su Enterprise Resource Planning - ERP, desarrollado en la empresa o propio ERP. Aunque este grupo tenía algunos beneficios en el proceso como: reducción de costes y el tiempo, la mejora operativa y la competitividad en general el 79% de los encuestados consideran que estas soluciones cumplen parcialmente sus necesidades. De ello se deduce que, para obtener los beneficios de la SI en el proceso de retorno va más allá de las soluciones de gestión, su uso es necesario

en la operación del proceso para la obtención de los beneficios óptimos de las actividades de gestión de realimentación.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a atividade de retorno tem crescido substancialmente nos últimos anos. As principais razões deste retorno como sendo a questão de competitividade no topo das prioridades com 65,2%, na sequência aparece canal limpo (33,4%), aspecto legal (28,9%), recuperação de valor (27,5%), recuperação de ativos (26,5%) e margem de proteção (18,4%)¹. Se considerarmos que em todos os aspectos abordados, além do ganho específico há também um diferencial competitivo em relação à sua concorrência na medida em que se destacam nestes quesitos em relação à elas, desta forma o aspecto competitividade sempre esteve direta ou indiretamente entre as principais razões de retorno.

No entanto, ser competitivo pela atividade de retorno não é uma tarefa fácil, diferente da logística direta, onde se é possível realizar planejamento no que diz respeito a quantidade, qualidade, tempo e localização, a logística reversa traz consigo um alto grau de incerteza nestes aspectos, com grande ênfase para a localização, uma vez que a fragmentação de mercado dificulta sua consolidação². Sheu³, por

exemplo, associa tal dificuldade à diversidade de produtos e materiais a serem coletados, necessitando um alto grau de coordenação no gerenciamento desta atividade.

A dificuldade de lidar com a logística reversa faz com que as empresas percam bilhões de dólares, mesmo despendendo anualmente cerca de U\$ 100 bilhões nos EUA⁴ e R\$ 20 bilhões no Brasil⁵ com esta atividade. Em termos de volume, o Brasil produziu aproximadamente 70 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU em 2010, representando um crescimento de 6,8% sobre o índice de 2009⁶.

Em análise segmentada, o lixo eletrônico gerou cerca de 1 milhão de toneladas em 2013⁷ devendo chegar a 1,1 em 2014 e 1,24 em 2015, considerado pela Organização das Nações Unidas (ONU) o maior produtor per capita de lixo eletrônico com 0,5kg/cap/ano⁸. No processo de retorno, agilidade é uma questão crítica para as empresas reduzirem o tempo de resposta aos clientes e os custos associados ao processo. No entanto, esta atividade tem peculiaridades de difícil controle, já que requer a coleta de vários dados, tais como frequência, volume e tipos de retorno. A revisão bibliográfica apresenta as principais soluções de

Sistemas de Informação (SI) que contribuem no gerenciamento desta atividade de forma a neutralizar ou minimizar as dificuldades pertinentes à ela.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar a contribuição dos SI no processo de retorno para identificação dos impactos do uso da tecnologia no processo. Para isso, foi realizado uma pesquisa (*survey*) com um grupo de empresas do segmento industrial e varejista de médio e grande porte, envolvendo profissionais como analistas, coordenadores e gestores de médio e alto escalão que estão envolvidos direta ou indiretamente no processo de logística reversa.

O trabalho está organizado da seguinte forma: revisão bibliográfica de logística reversa, sistemas de informação para logística reversa, metodologia, resultados da pesquisa, análise e discussão e conclusão.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica apresenta um referencial teórico da logística reversa e dos sistemas de informação para logística reversa.

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Na década de 70 quando o termo “logística reversa” ainda era conhecido como distribuição reversa, a prática se

resumia no fluxo de produto reverso ao sentido tradicional, de acordo com a visão de Zikmund e Stanton⁹. De forma mais específica Murphy e Poist¹⁰ afirmavam que este fluxo reverso acontecia do consumidor para o produtor na cadeia de suprimentos. Mais adiante, Pohlen e Farris¹¹ completam que o retorno pode acontecer para o produtor em um canal de distribuição. No final da década de 90, Rogers e Tibben-Lembke¹ apontam os motivos de retorno, competitividade, limpeza de canal, aspecto legal, recuperação de valor, recuperação de ativos e margem de proteção. Ainda na evolução do conceito de logística, de acordo com Stock¹², o termo “logística reversa” é usado para se referir ao papel da logística no retorno de produtos, fonte de reciclagem, substituição e reuso de materiais, reciclagem, reparo, recondicionamento, remanufatura e descarte apropriado. A logística reversa inclui todas as atividades contidas na definição de logística direta mudando apenas o sentido em que o fluxo ocorre e os objetivos. Desta forma, eles a define como sendo o processo de planejar, implementar e controlar eficientemente o custo efetivo, o fluxo de matéria prima, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, do ponto de consumo ao ponto de origem, com objetivo de recuperar valor ou descarte apropriado¹.

Dekker *et al.*² distinguem a logística direta da reversa por esta tratar da gestão de resíduos, a operação de recolha e o tratamento destes. Correa e Xavier¹³, descrevem a logística reversa como o retorno comercial de produtos que fluem no sentido inverso (montante) para submeter-se a limpeza, reparação, remanufatura ou outro processo a ser eventualmente enviado a jusante para os consumidores.

A revisão do conceito de logística reversa apontam objetivos comuns entre diferentes autores, que remetem aos aspectos econômicos, ambientais e sociais.

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE INFORMAÇÃO – SI

Os Sistemas de Informação oferecem informações rotineiras aos administradores e tomadores de decisões, através do agrupamento organizado de pessoas, procedimentos, banco de dados e dispositivos por meio de uma combinação de elementos tangíveis (*hardware*) e os intangíveis (*softwares*, pessoas, procedimentos etc.). Os SI formam uma rede de canais de comunicação em uma empresa, no qual requer eficiência operacional através de dispositivos que fornecem informações rotineiras aos tomadores de decisão. Estes sistemas são baseados em equipamentos computacionais

no qual objetiva prover informações e suporte aos gestores na tomada de decisão efetivas. Além de auxiliar na comunicação e troca de informação na cadeia de suprimentos, incentivando a contínua adaptação de empresas, seus produtos e serviços¹⁴. Os SI facilitam a consistência dos canais de vendas, fidelidade do cliente, satisfação e flexibilidade (customização) em ofertas, aberturas de novos pontos de vendas, em que há grande importância na manutenção dos níveis de conformidade na cadeia de suprimentos e eficiência no gerenciamento e distribuição dos níveis de eficiência estoque. A tecnologia da informação envolve um conjunto de conteúdos variados que são agrupados sob os conceitos de SI, que por sua vez agem como um conjunto de tecnologias que apresentam os meios necessários à operação do processo decisório de uma organização¹⁴.

2.3 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SI) PARA A LOGÍSTICA REVERSA

Os SI são considerados como um dos fatores de contingência da Logística Reversa que agregam valor à cadeia logística¹⁵. A competitividade das empresas depende dos SI na cadeia de suprimentos, no qual incluem: planejamento das necessidades, tomada de

decisão, procedimentos administrativos e integração com outros participantes na cadeia de suprimentos. Os SI são considerados como a espinha dorsal das operações logísticas moderna¹⁶.

Para Chan *et al.*¹⁷ no processo de coleta, os SI podem coletar informações de clientes sobre os produtos devolvidos, conhecendo o problema com o produto facilitará o processo de remanufatura e otimizar sua linha de remontagem, no qual envolve a aquisição de recursos de forma antecipada em qualquer atividade que for diagnosticada. Estes dados coletados, ajudam os gestores a tomarem decisão com problemas de inventário rapidamente, enquanto os produtos estão sendo remanufaturados, a atividade de distribuição pode ser otimizada. Ainda no processo de remanufatura os SI podem ajudar a identificar o valor e os resíduos dos produtos devolvidos, ajudando na extração de itens e componentes valiosos no momento em que os produtos são recolhidos. Os SI podem armazenar detalhes da especificação e dos atributos do produto para outras atividades reversas. De forma geral, vários modelos de processo requerem os SI para facilitar as operações diárias. No entanto, a implantação dos Sistemas de Informação para a LR é difícil devido as incertezas destas atividades, o que faz com que as

informações coletadas sejam altamente desestruturadas, reduzindo a confiabilidade dos SI. Portanto, para os autores os benefícios do SI obtidos na logística direta, bem como suporte operacional e tomada de decisão do dia a dia não podem ser aplicadas da mesma forma na logística reversa.

Por outro lado, os sistemas de Tecnologia da Informação e de Comunicação – TIC, ajudam nas atividades de retorno e foram desenvolvidos para atender necessidades específicas de cada setor como: tomada de decisão em diferentes opções de recuperação de retorno, redesenho de um produto objetivando melhorar a recuperação do fim de uso, rastreamento de informações, facilitação do processo e redistribuição dos produtos no mercado 2.

Algumas soluções específicas (SI e outras tecnologias) são eficazes no processo de retorno, o *Vendor Managed Inventory - VMI* e o *Efficient Consumer Response - ECR* podem limitar o retorno de produtos e um processo eficiente reduz o número de retorno, assim como faz um processo de retorno mais eficiente¹². O *Warehouse Management System - WMS* pode ser adaptado/customizado com o propósito de gerenciar as atividades de retorno¹⁸. O *Electronic Data Interchange - EDI* e código de barras possibilitam a troca de informação de retorno dos produtos. A

tecnologia de Radio Frequency Identification - RFID pode alavancar a precisão dos armazéns e aumentar a eficiência das operações de saída¹⁸. Desta forma, os SI e os sistemas de TIC desenvolvidos para coordenação e controle de processos da LR auxiliam na tomada de decisão nas opções recuperação de retorno (reuso, remanufatura, reciclagem) e apoiam atividades administrativas relacionados ao manuseio do retorno que contribuem para maior eficiência no gerenciamento do retorno¹².

3. MÉTODO

Para realização deste trabalho adotou-se duas etapas, revisão bibliográfica e pesquisa (*survey*).

A primeira etapa constitui de revisão bibliográfica que permitiu uma análise das funcionalidades dos SI, no qual estabeleceu-se um roteiro de pesquisa para análise da contribuição dos mesmos para logística reversa. A segunda etapa foi através da pesquisa, realizada de forma sigilosa com profissionais escolhidos como: diretores, gerentes, coordenadores e analistas de alguma forma envolvidos na atividade de Logística e Compras que atuam em empresas de médio e grande porte, incluindo indústria e varejo de segmentos variados no estado de São Paulo, selecionados a partir da rede social de profissionais Linkedin enviadas entre os meses de novembro e dezembro de 2013, divididos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Dados dos entrevistados

Qtde	Profissionais / função
40	Compradores, Analistas de suprimentos, logística, Supply Chain, Transportes e Armazém.
36	Gestores de: compras, suprimentos, logística, Supply Chain, Transportes, Armazém
10	Profissionais de TI
16	Outras funções relacionadas (produção, operações, projetos
Total	102

Fonte: Os autores

Foram realizadas quinze questões para obtenção de maiores detalhes e

validação das questões principais. Algumas questões (aspectos técnicos) não foram

analisadas neste trabalho. Do total de 102 questionários enviados, retornaram 36 respostas válidas.

4.RESULTADOS

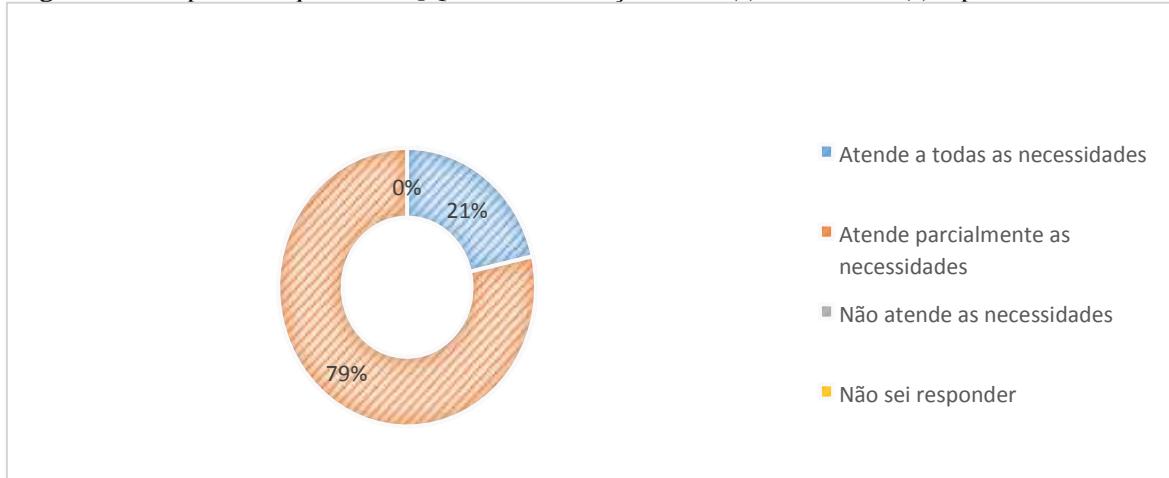
A questão chave do questionário é: A sua empresa realiza algum processo de logística reversa? Como ele acontece? 38% responderam: Sim, o processo acontece parcialmente ou totalmente sistematizado, sendo estes direcionados para um grupo de perguntas específicas denominada Parte 1. 30% responderam:

Sim, o processo acontece de forma manual, sendo estes conduzidos a outro grupo de

perguntas denominado Parte 2 e 30% responderam: Não há processo de logística reversa, respondendo a Parte 3 do grupo de perguntas da pesquisa.

Os dados obtidos na Parte 1 do questionário mostram que 36% dos respondentes utilizam SI que foram desenvolvidos internamente, 36% soluções nativas do ERP e 21% utilizam o próprio ERP já implantado na empresa para outras finalidades. De forma geral estas tecnologias utilizadas nas atividades de logística reversa, atendem parcialmente as necessidades desta atividade na opinião de 79% dos respondentes conforme mostra a Figura 1.

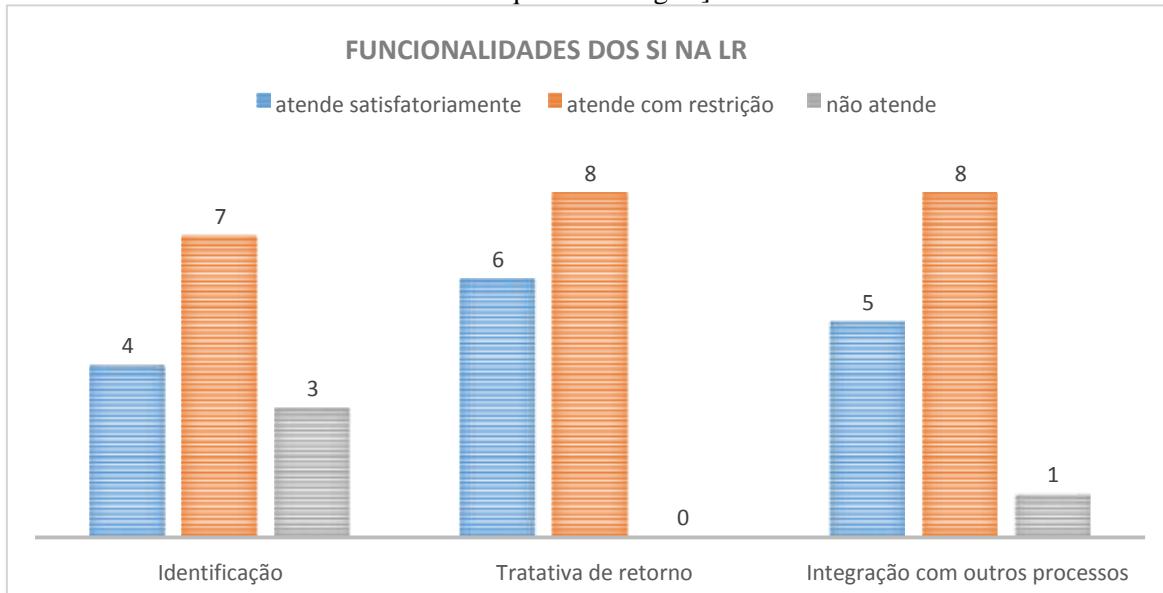
Figura 1 – Respostas a questão 3: [Quanto a utilização desta (s) ferramenta (s) o processo de retorno].



Considerando as funcionalidades dos SI utilizados, o quesito identificação é o que mais deixa a desejar somando 71% entre aqueles que consideram que estes sistemas não atendem as necessidades (21%) ou que atendem com restrição

(50%). Para 57% dos respondentes o quesito tratativa de retorno atende com restrição e para 64% dos respondentes o quesito integração entre outros processos não atende ou atende com restrição.

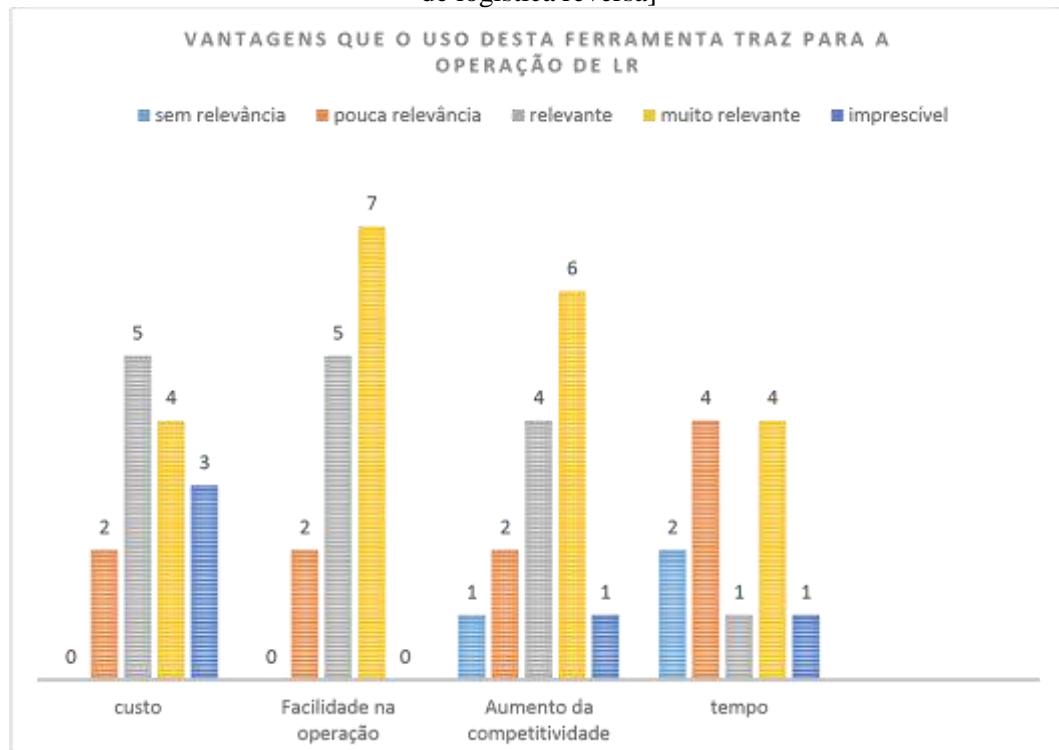
Figura 2 – Respostas a questão 4: [Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir].



Ainda sobre o uso dos sistemas, com relação os benefícios que o sistema traz nas operações, os fatores custo e facilidade operacional no processo de reciclagem somaram 86% cada,

considerando aqueles que atribuem entre relevante à imprescindível tais soluções para obtenção desta vantagem. Aumento da competitividade somou 79% e o fator tempo 57%. Figura 3.

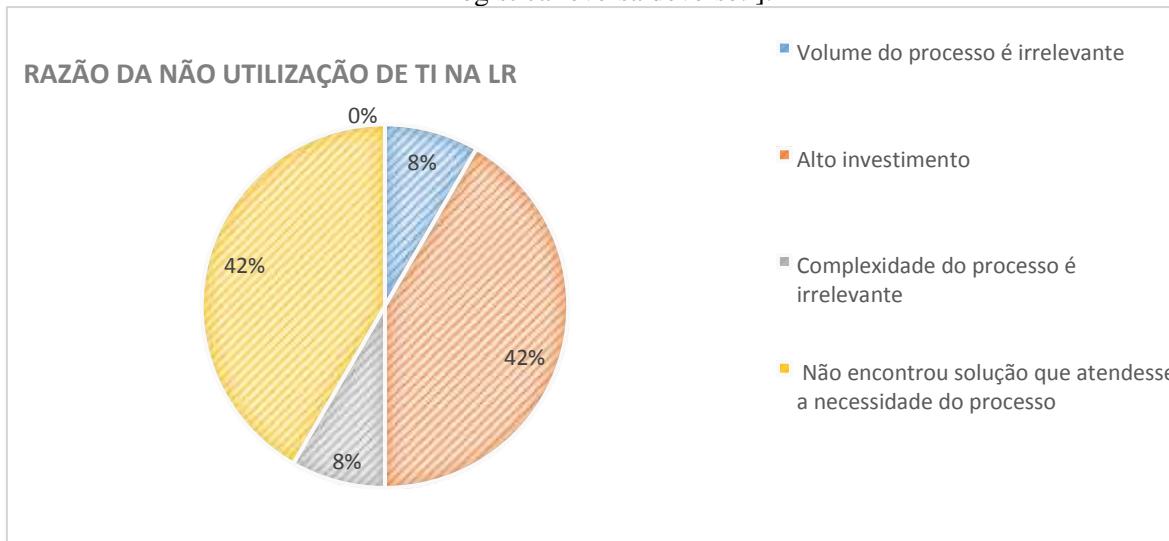
Figura 3 – Resposta à questão 5. [Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa]



A parte 2 da pesquisa apresenta o grupo de empresas que coordena suas atividades de retorno de forma manual, ou seja, sem qualquer solução tecnológica. 42% dos respondentes atribuem a não

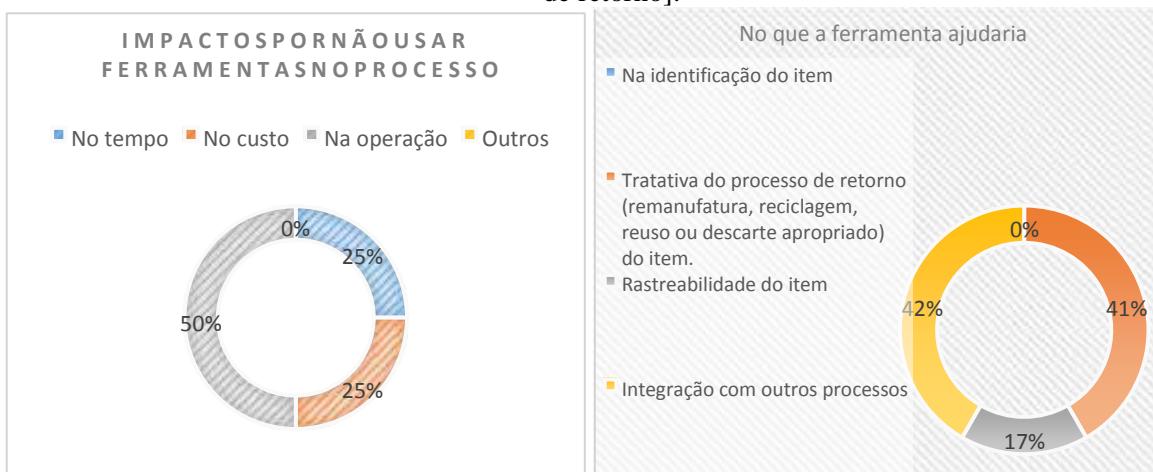
utilização de tecnologia ao alto investimento para a aquisição da mesma e 42% à falta de ferramenta que atenda às necessidades desta atividade, os demais fatores foram irrelevantes.

Figura 4 – Resposta à questão 8. [A não utilização de sistema da informação nas atividades de logística reversa deve-se:].



A falta do uso da tecnologia nas atividades de logística reversa impacta principalmente no processo operacional na opinião de 50% dos respondentes. Já o uso da tecnologia nesta atividade auxiliaria principalmente na tratativa de retorno para 42% dos respondentes e na integração com outros processos 42%.

Figura 5 – Resposta às questões 9. [Sem uso de tecnologia nas atividades de logística reversa, onde você julga maior impacto no processo] e 10. [No que a tecnologia ajudaria nas operações do processo de retorno].



O alto investimento (42%) e a falta de solução adequada à necessidade do processo (42%) são as principais justificativas para a não aquisição de soluções tecnológicas nas atividades de retorno. O baixo volume de processo e a baixa relevância do processo dividem 8% cada.

A parte 3 da pesquisa apresenta o grupo de respondentes que declararam não ter processo de logística reversa definido. A principal razão de não se realizar atividade de retorno é principalmente pelo fato de não terem produto/resíduo ou embalagem que necessitem de retorno (33%) ou devido esta atividade não agregar valor à empresa (25%). Se estas empresas realizassem estas atividades os principais motivos seriam para reuso/reciclagem (42%) ou descarte apropriado (33%). Em 58% dos casos a responsabilidade do destino final do produto/resíduo ou embalagem fica por conta do cliente, fornecedor ou consumidor final. O maior impacto desta decisão é o aspecto ambiental na opinião de 58% dos respondentes, tanto o aspecto econômico como imagem corporativa/fidelização do cliente registram 17% cada.

Se estas empresas realizassem esta atividade os principais motivos seriam reuso/reciclagem (42%) ou para um descarte apropriado (33%). Do total das empresas que não possuem atividade de retorno, 58% declaram que a responsabilidade pelo destino final do produto/resíduo ou embalagem fica por conta do cliente, fornecedor ou consumidor final.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

A pesquisa mostra que entre as empresas que realizam algum processo de logística reversa (68% dos respondentes), 56% delas o fazem de forma automatizada, ou seja, com auxílio de alguma solução tecnológica. No entanto, mais de 90% não utilizam soluções específicas para esta atividade, ao contrário, utilizam sistemas desenvolvidos internamente, nativo do ERP ou o próprio ERP. Analisando ainda este grupo de respondentes (parte 1 da pesquisa), é possível observar que as soluções utilizadas por eles proporcionam vantagens como facilidade operacional, redução de custos e aumento da competitividade. No entanto, na avaliação de suas funcionalidades deixam a desejar em alguns quesitos como: identificação, tratativa do retorno (parte inicial do processo) e integração com outros processos, uma vez que não atendem a estes requisitos ou atendem com restrição. Desta forma, 79% dos respondentes consideram que a utilização da solução no processo de retorno não atende ou atende parcialmente as necessidades desta atividade. Por outro lado, a revisão bibliográfica

apresentada mostra que SI e outras tecnologias mais utilizadas tanto nas atividades de logística direta como na reversa são: WMS, RFID, EDI, VMI, etc. Considerando que nas atividades de retorno estas tecnologias auxiliam na rastreabilidade, integração com outros processos, na identificação do cliente e do valor agregado dos resíduos, na obtenção dos dados e condições físicas do produto²¹⁷. As utilizações destas soluções poderiam atender os requisitos que as soluções utilizadas pelos respondentes, em geral para simples controle, não conseguem atender.

O grupo de respondentes que realizam atividade de retorno de forma manual, (parte 2 da pesquisa), considera maior impacto exatamente na operação, na sequência empatam os fatores de impacto custo e tempo. Evidencia-se que quem faz o trabalho manual leva mais tempo na operação das atividades, que é exatamente a maior vantagem ou benefício relatado por quem realiza a tarefa de forma automatizada. Quanto maior a facilidade operacional menor o tempo de execução das tarefas e vice-versa. Por outro lado, se cruzarmos os resultados da parte 1 da pesquisa (o grupo que realiza o processo de retorno de forma automatizada) com os resultados da parte 2 da pesquisa (grupo que realiza o processo de retorno de forma manual) é possível notar que quem não usa os SI nesta atividade espera melhorias exatamente nos fatores que mais geram insatisfação para quem usa o SI, tratativa de retorno e integração com outros processos. No entanto, a pesquisa mostra que uma simples solução tecnológica de controle e gestão de processo não atenderá a estes requisitos desejados. Ratificando Chan *et al.* 17, que afirmam que só um sistema adequado para coleta de informações não é suficiente, a integração é de vital importância e é mais do que coleta de informações entre diferentes funções baseada em informações coletadas para suporte a tomada de decisão.

Os dados da pesquisa mostram que as principais justificativas para não utilização de tecnologia nas atividades de retorno se dividem principalmente entre aqueles que atribuem o alto investimento (o ganho com a atividade não compensa) ou por não haver soluções específicas para as estas necessidades, o que ratifica o fundamento de Stock 12 de que as tecnologias específicas para estas atividades são restritas ou nenhuma, ou seja, quem as tem as adquiriu para finalidade de operações da logística direta e as usam de forma adaptadas ou não nos processos de retorno. No entanto, estas soluções trazem melhorias significativas nas operações de retorno²⁰ 21 18.

A parte 3 da pesquisa, no qual está o grupo de empresa que não possui processo definido de logística reversa, mostrou que com exceção aquelas (42%) que não tem produto/resíduo ou embalagem que necessitem de retorno, há um grupo de empresas (25%) que afirmaram não realizar o processo de retorno devido à questões econômicas, embasando o fundamento de Chan *et al.*¹⁷, quando atribuem a questão principalmente ao fato de que os produtos recuperados possuem baixo valor agregado ou nenhum valor, além de outras questões como a limitação dos canais de coleta e as incertezas que envolvem a atividade, não justificando o investimento para as empresas que fariam logística reversa com a finalidade de reuso/reciclagem. Se considerarmos que 33% das empresas realizariam esta atividade para descarte apropriado, mas em 58% dos casos deixam esta incumbência à responsabilidade do cliente/fornecedor ou consumidor final, ainda há um grande desafio de conscientização e adequação à lei brasileira 12.305/2010 referente a Política Nacional de Resíduos sólidos – PNRS por parte dos envolvidos no processo de retorno²².

6.CONCLUSÃO

A pesquisa mostra que mais de 2/3 das empresas participantes realizam alguma atividade retorno, no entanto, não há grandes investimentos em soluções tecnológicas específicas para controle e gestão desta atividade. As restritas opções destas ferramentas no mercado e o alto investimento para aquisição das mesmas faz com que muitas empresas utilizem apenas parte do processo automatizado através de soluções paliativas (desenvolvidas internamente) ou o próprio ERP na gestão dos processos de logística reversa. Esta medida permite apenas um simples controle de entrada e saída dos produtos retornados, justificando o índice de 79% de insatisfação com as soluções utilizadas no que tange o atendimento das necessidades desta atividade. A revisão bibliográfica mostra que as soluções mais utilizadas nas operações de logística direta, adaptadas ou não, embora com limitação contribuem significativamente para melhorar o processo de retorno em vários aspectos como gerenciamento do inventário, rastreabilidade, redução de custo e tempo das atividades. Desta forma as funcionalidades destas soluções atenderiam as necessidades dos usuários também nos aspectos em que as soluções utilizadas deixam a desejar como identificação, tratativa de retorno e integração do processo com outros sistemas.

O presente trabalho não tem a intenção de esgotar ou concluir o assunto em questão, mas de levantar a questão do benefício da utilização dos sistemas de informação nas atividades de logística reversa e analisar os impactos de sua utilização ou da não utilização nesta atividade.

Como sugestão de futuros trabalhos, propõe-se estudar de forma mais específica, por setor e porte de empresa a utilização de tecnologias na realização destas atividades, especificando detalhadamente as tecnologias utilizadas para fazer uma análise de forma customizada da contribuição destas soluções na logística reversa como vantagem competitiva.

REFERÊNCIAS

1. ROGERS, D.S. & TIBBENLEMBKE, R.S. Going backwards: Reverse Logistics trends and practices. Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, P.A., 1999.
2. DEKKER, R. *et al.* (editors). Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. London: Springer, 2004. pp. 3-27.
3. SHEU, J.; TALLEY, W. Green supply chain management: trends, challenges, and solutions. *Transportation Research Part E*, v.47, n.6, p.791-792, 2011.
4. COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. Disponível em: <www.cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf>, Acesso em 23/06/2013.
5. INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – Custos Logísticos no Brasil 2014, Panorama ILOS. 2014.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – disponível em: <http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2012/03/09/brasil-produz61-milhoes-de-toneladas-de-lixo-porano>, acessado em 20/06/2014.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2013.
8. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME & UNITED NATIONS UNIVERSITY. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. Recycling from E-Waste to resources, 2009.
9. ZIKMUND, W. G.; STATON W. J. Recycling solid wastes – A channel-ofdistribution-problem. *Jornal of Marketing* – Pag.34-39. July, 1971
10. MURPHY, P.R., POIST, R.P.: Managing of logistics retromovements: An empirical analysis of literature suggestions, *Transportation Research Forum*, Vol. 29, No. 1, 177-184 – 1989.
11. POHLEN, T.L, FARRIS, M.T., Reverse logistics in plastics recycling. *International Journal of Physical Disribution & Logistics Management*. Bradford: v.22, Iss. 7, pp., 35-48, 1992.

12. STOCK, J. R. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs, Oakbrook, IL: Council of Logistics Management, 1998
13. XAVIER, L.H, CORRÊA, H L., Sistemas de Logística Reversa: Criando Cadeias de Suprimentos Sustentáveis - São Paulo, Atlas, 2013.
14. STAIR, RALPH M.; REYNOLDS, GEORGE W. Princípios de sistemas de informação. 4a ed.,ltc: 2002
15. RODRIGUEZ, F.J. G; GUTIERREZ, C.C. BUSTOS-FLORES, C. - Implementation of reverse logistics as a sustainable tool for raw material purchasing in developing countries: The case of Venezuela - Int. J. Production Economics, 2012.
16. BOWERSOX, D., CLOSS D., COOPER, M., Administração e Logística na Cadeia de Suprimentos. McGraw-Hill Interamericana, Mexico, 2007.
17. CHAN, H.K; YIN, S; CHAN, FELIX, T.S. - Implementing just-in time philosophy to reverse logistics systems: a review - Norwich Business School, University of East Anglia, Norwich, Norfolk - Department of Industrial and Systems Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong. 2010.
18. GUARNIERE, P. CHRUSCIACK, D., OLIVEIRA, I; HATAKEYMA, K. SCONDELARI, L. - WMS - Warehouse Management System – Adaptação proposta para o gerenciamento de Logística Reversa, Revista Produção, 2006.
19. LANGER, N., FORMAN, C., KEKRE, S., & Scheller-Wolf, A. Assessing the impact of RFID on return center logistics. Interfaces, 37(6) pp. 501-514, 2007.
20. CORONADO, O. Logística Integrada: Modelo de Gestão. São Paulo, Atlas, 2007.
21. BALLOU, R.H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5^a edição. Bookmark, 2006.
22. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília, DF: [s.n], 2010. Disponível em <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato_2007-2010/2010/lei/l12305.htm> acesso em 03/04/2014.

Sources of funding: No

Conflict of interest: No

Date of first submission: 2015-04-15

Last received: 2015-04-15

Accepted: 2015-04-15

Publishing: 2015-04-30

6 ARTIGO 3

Este capítulo apresenta o artigo 3, submetido para a Revista Exacta em Maio/2015, aguardando publicação.

O artigo mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

Uma proposta de funcionalidades para Sistemas de Informação dedicados à Logística Reversa

Resumo

O estímulo ao consumo e o ciclo de vida dos produtos reduzido, resultam em descarte precoce em grandes volumes. A logística reversa é a atividade que trata do manejo destes descartes.

Os Sistemas de Informação (SI) desenvolvidos para apoiar a atividade de logística direta não atendem as especificidades da logística reversa em algumas etapas do processo. Desta forma, este trabalho objetiva apresentar o ciclo de vida da operação de logística reversa e descrever um conjunto de funcionalidades de SI dedicados a ela. O estudo parte de uma pesquisa, que avaliou a adequação das funcionalidades de SI para logística direta na logística reversa. Acrescentando aspectos observados através da revisão de literatura, propõe um conjunto de funcionalidades para atender a logística reversa em todas as etapas desta atividade. O estudo conclui que existe ausência ou escassez de soluções específicas para atender todo o processo de retorno por meio de um único sistema.

Palavras-chave: Logística Direta, Logística Reversa, Sistemas de Informação, Processo de Retorno

A Proposed of Functionalities for Information Systems Dedicated to the Reverse Logistics

Abstract

The stimulus to consumption and the life cycle of reduced products, result in early disposal in large volumes. Reverse logistics is the activity that deals with the management of these discharges. Information Systems (IS) designed to support the direct logistics activities do not meet the specifics of reverse logistics in some stages of the process. Thus, this study aims to present the life cycle of the reverse logistics operation and describe a set of SI features dedicated to her. The study is based on a survey, which evaluated the adequacy of IS features to direct logistics in reverse logistics. Adding aspects observed through literature review proposes a set of features to meet the reverse logistics at all stages of this activity. The study concludes that there is scarcity or absence of specific solutions to meet the entire return process through a single system.

Key-words: Direct Logistics, Reverse Logistics, Information Systems, Return Process

1. Introdução

Após um longo período na era industrial, especialmente nas últimas duas décadas o mundo se posicionou definitivamente na era da informação, suportando o fenômeno da globalização que emergia na mesma época. Para Coronado (2007), o desenvolvimento dos dois fatores tem relação direta entre si, uma vez que a globalização impõe maior velocidade nas transferências de produtos e serviços entre empresas, que por sua vez é facilitada pela tecnologia, que engloba os Sistemas de Informação (SI).

O reconhecimento da logística é relativamente novo, ocorreu principalmente a partir da década de 1950, devido o êxito da segunda guerra mundial ter sido atribuído às estratégias logísticas. Desde então, houve maior disseminação na área acadêmica e cada vez mais demanda no mundo corporativo (BALLOU, 2001).

Neste contexto, a logística reversa seguiu os avanços da logística direta, pois com a escassez de material durante a segunda guerra mundial criou-se a necessidade de reconstruir peças de automóveis. Nesta época, entre 90 e 95% dos alternadores vendidos no mercado eram remanufaturados (ROGERS & TIBBEN-LEMBKE, 1998).

A atividade de retorno ganhou ainda mais expressividade nas últimas duas décadas, de carona com a globalização e com o avanço tecnológico, que promoveram um aumento no consumo de produtos em todo o mundo. O consumo excessivo impacta diretamente no volume de descarte, especialmente de produtos com ciclo de vida curto, como os eletroeletrônicos. Os resíduos gerados neste setor cresceram 25% somente entre os anos de 2010 e 2012 (StEP, 2013).

Para Bhatnagar (2009) os Sistemas de Informação desenvolvidos para apoiar as atividades de *Supply Chain*, contribuem na integração das atividades logísticas, apoiando o processo em todas as etapas. No entanto, o processo de retorno não tem as mesmas características do processo direto, pois há especificidades que requerem ações diferenciadas desde o processo de planejamento até o processo de redistribuição dos produtos. Fatores de incertezas quanto à frequência, volume e local de coleta, reduzem os benefícios dos Sistemas de Informação utilizados para apoiar esta atividade (CHAN *et al.*, 2010).

Este trabalho tem como objetivo descrever funcionalidades dos SI dedicados às atividades de logística reversa. As funcionalidades identificadas levaram em consideração resultados de pesquisas anteriores, juntamente com as etapas do processo de retorno definidos por Xavier e Corrêa (2013), adaptadas e transcritas para o *Business Process Management Notation* (BPMN), para melhor compreensão do fluxo do processo.

2. Referencial teórico

O referencial teórico foi efetuado em uma revisão bibliográfica que aborda os seguintes temas: *Business Process Management* (BPM), Logística Reversa (LR) e Sistemas da Informação para Logística Reversa.

2.1. *Business Process Management* (BPM)

De acordo com Weske (2007), o BPM é uma disciplina de gerenciamento que combina uma abordagem centrada em processo e interfuncional para melhorar a maneira como as organizações atingem suas metas de negócio.

Neste contexto, o BPM possibilita às organizações alcançarem seus objetivos através da melhoria, gerenciamento e controle de seus processos de negócios essenciais. A melhoria de processos significa torná-los mais eficientes e eficazes e, como nem todos os processos contribuem diretamente para os objetivos estratégicos da organização, o foco deve se concentrar nos processos essenciais (SOUZA NETO e MEDEIROS JUNIOR, 2008; JESTON e NELIS, 2006).

O BPM também pode ser compreendido como uma metodologia de gestão de processos de negócio já que está relacionado ao gerenciamento de oito atividades ou capacidades inerentes ao ciclo de vida dos processos, que são: descoberta, projeto, implantação, execução, interação, controle, otimização e análise dos processos (SOUZA NETO e MEDEIROS JUNIOR, 2008; SMITH e FINGAR, 2002; WESKE, 2007).

De acordo com a OMG (2015):

- A BPMN define um diagrama BPD (*Business Process Diagram*) que é baseado em um fluxograma adaptado para a criação de modelos gráficos de tarefas dos processos de negócio.

- Para a BPMN um modelo de processo de negócios é uma rede de objetos gráficos, denominados de atividades, e do fluxo de controle que define a ordem de execução.
- Um BPD é formado por um conjunto de 4 elementos gráficos: Objetos de Fluxo (Evento, Atividade e *Gateway*), objetos de Conexão (Fluxo de Sequência, Fluxo de Mensagem e Associação), Raias ou *Swimlanes* (*Pool* e *Lane*) e Artefatos (Objetos de Dados, Grupo e Anotação).

2.2. Logística Reversa

A principal definição de logística reversa surgiu nos anos 90, Rogers e Tibben-Lembke (1998), consideravam esta atividade como uma área nova e emergente com pouca informação. Eles definem o termo “logística reversa” como o processo de planejar, implementar e controlar eficientemente e com baixo custo, o fluxo de matéria-prima, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recuperar valor ou o seu descarte apropriado.

Dando sequência na evolução das definições de logística reversa, Stock (1998) em uma abordagem mais ampla, define a logística reversa baseada no gerenciamento de resíduos, destacando o papel da logística, incluindo a reciclagem, descarte de resíduos, substituição de materiais perigosos, redução e reuso dos recursos e descarte de materiais.

Sob o ponto de vista de Fleischmann *et al.* (1997), a logística reversa está relacionada com o retorno de produtos do consumidor, com o propósito de reutilização, reparo, remanufatura e reciclagem. As razões de retorno podem ser de natureza legal, ambiental ou comercial.

Schatteman (2003), define a logística reversa como “o processo de mover os produtos do seu ponto de consumo através dos canais membros para o ponto de origem para recuperar valor ou para descarte apropriado e seguro”. O retorno pode ser tanto de embalagem como de produtos ou ambos.

Dekker *et al.* (2004), distinguem diferentes tipos de atividades de logística reversa e não utilizam a expressão de Rogers e Tibben-Lembke (1998), “ponto de consumo” ou “ponto de origem”, eles empregam o termo “ponto de recuperação”. Desta forma, eles consideram que se pode distinguir as atividades de retornos das de puramente gestão de resíduos.

Nikolaou *et al.* (2011), classificam a motivação da comunidade empresarial para o emprego da logística reversa em duas categorias: Proativa e Reativa. Para os autores, reduzir custos para se alcançar vantagens competitivas ou melhorar a imagem da empresa com questões ambientais podem ser consideradas como razões proativa. Já as questões legais, podem ser razões reativas para adoção da logística reversa como estratégia.

De acordo com Xavier e Corrêa (2013), as tratativas de retorno variam entre reuso, reciclagem, remanufatura, recondicionamento ou destinação segura. O fluxo de processo é definido na fase planejamento, direcionando as etapas das atividades de retorno, de acordo com a política definida, tais como frequência e volume de coleta, canais reversos e parceiros envolvidos em cada tipo de tratativa.

2.3. Os Sistemas de Informação (SI) para logística reversa

Na era da informação os SI são vitais para gerenciar a cadeia de suprimentos. Stock (2006), acredita que um processo de retorno eficiente e eficaz não pode trabalhar sem um processo de comunicação bem planejado. Ele prover transmissão de informações rápidas e uniforme entre os departamentos internos e externos, entre clientes e fornecedores e órgãos governamentais quando necessário.

Os *Enterprise Resource Planning* (ERP), também conhecido como Sistemas de Gestão Integrado, permitem a integração dos dados e processos de uma organização em um único sistema. Em geral os ERP não estão preparados para gerenciar as atividades de retorno em todas as suas etapas. No entanto, de acordo com Kokkinaki *et al.* (2002), há alguns sistemas

como SAP, Oracle ERP e Siebel que apoiam o processo de logística reversa, embora com restrições que impedem o total controle do processo.

Para Bhatnagar (2009), os sistemas têm deficiência na distinção entre diferentes tratativas de retorno. Ainda segundo o autor, os SI devem trabalhar como um link que conecta as atividades logísticas a um processo integrado, combinando *hardware* e *software* para medir, monitorar e gerenciar as operações logísticas. A integração é construída em quatro níveis de funcionalidades: sistemas de transações, gerenciamento e controle, análise de decisões e planejamento estratégico.

Chan *et al.* (2010), consideram muito difícil a implantação de um SI apropriado para a logística reversa devido à incerteza que esta atividade apresenta. Para eles, as informações coletadas são altamente desestruturadas, razão pelo qual os SI se tornam menos confiáveis. Desta forma, os autores concluem que os benefícios dos SI para a logística direta podem não ser igualmente aplicados na logística reversa, tais como tomada de decisão e outras operações de apoio do dia-a-dia.

Olorunniwo e Li (2010), conduziram uma pesquisa do tipo *Survey* com 600 empresas nos EUA e puderam observar que os SI compartilhando informações e com colaboração podem impactar positivamente no desempenho da logística reversa.

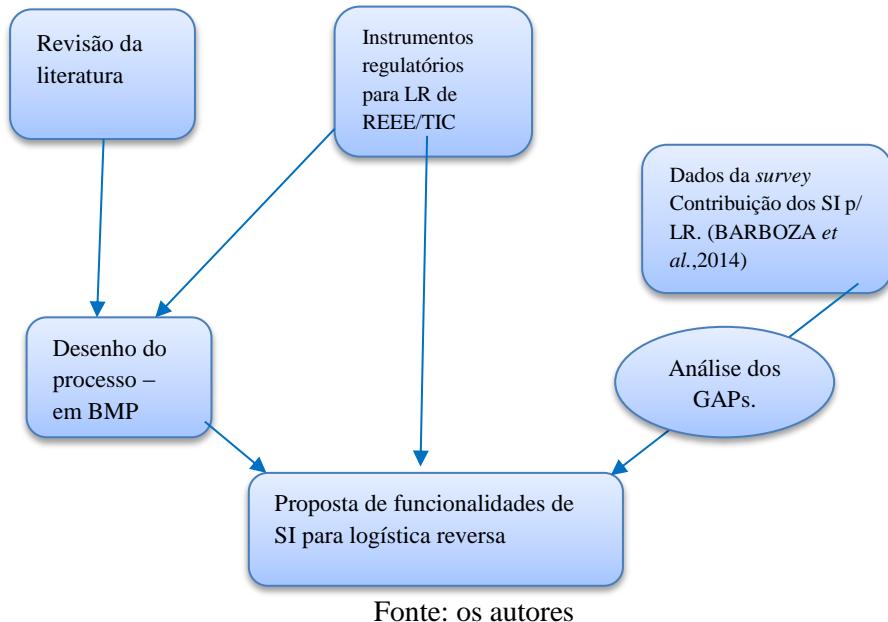
Para Horowitz (2013), os SI podem ser a chave de sucesso para as empresas, uma vez que eles permitem total visibilidade no momento de aquisição e retorno do produto. Desta forma, as responsabilidades de pagamento e as taxas de retorno podem ser atribuídas corretamente, em geral, quando o processo de retorno é monitorado, a empresa pode reduzir potencialmente os custos com emissões em torno de 30%.

Desta forma, o uso eficaz dos SI pode de certa forma, transformar as forças existentes em valor na cadeia de suprimentos da empresa, especialmente se eles forem desenvolvidos visando atender as especificidades desta atividade.

3. Método de pesquisa:

A proposta de funcionalidades de SI para a logística reversa nasceu a partir da análise do desenho do processo da operação da atividade de logística reversa e das lacunas obtidos a partir da *survey* de Barboza et al. (2014), sobre a contribuição dos SI para a logística reversa, como mostra a figura 1.

Figura 1 – Construção da proposta de funcionalidades de SI para logística reversa



A origem dos dados apresentados na figura 1, são apresentados a seguir:

a) A origem dos dados para elaboração do processo operacional da atividade de logística reversa:

O desenho do processo operacional da atividade de logística reversa apresentado em seção específica na figura 2, foi elaborado com base na revisão da literatura, como segue:

- i. Adaptado a partir dos fluxos já existentes, como por exemplo, a descrição das operações envolvidas na logística reversa, segundo Xavier e Corrêa (2013), que as define como sendo: planejamento, coleta e separação, reprocessamento e a redistribuição.
- ii. Através de um estudo de Barboza *et al.* (2013), sobre os instrumentos regulatórios desenvolvidos para controlar a atividade de logística reversa. Em muitos casos, os fluxos de processos seguem diretrizes e leis em vigor em suas respectivas regiões de atuação, que por vezes impõem restrições no manejo de determinados tipos de resíduos. Em alguns casos, pode haver necessidade de laudo técnico ou emissão de relatórios de confirmidade, segundo Singleton (2011), os SI podem contribuir para este fim.

A pesquisa setorial do segmento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos avaliaram instrumentos regulatórios (regulamento, normas, leis, programas, políticas e diretrizes) desenvolvidos para gerenciar o processo de retorno destes resíduos. O estudo fez um comparativo destes instrumentos em vigor no Brasil e em regiões com maior incidência deste tipo de resíduo como: EUA, China, Japão e os Estados-Membros da União Européia. De certa forma, os instrumentos regulatórios ajudam a definir o desenho do processo de retorno, de acordo com as obrigações atribuídas à cada elemento da cadeia de suprimentos (produtor/fabricante, distribuidor, varejo ou consumidor) em vigor em suas respectivas regiões.

b) A origem dos dados da pesquisa Survey:

Uma *survey* realizada por Barboza *et al.* (2014), com 36 empresas no estado de São Paulo de médio e grande porte, mostrou que 68% dos respondentes realizam algum processo de

retorno, das quais 56% delas o fazem de forma automatizada, ou seja, com auxílio de algum sistema de informação.

De forma geral, a pesquisa mostra que as soluções utilizadas na gestão da logística reversa, atendem parcialmente as necessidades desta atividade na opinião de 79% dos respondentes.

Considerando as funcionalidades dos SI utilizados, o quesito identificação soma 71% entre aqueles que consideram que estes sistemas não atendem as necessidades ou que atendem com restrição. Para 57% dos respondentes o quesito tratativa de retorno atende com restrição e para 64% dos respondentes o quesito integração entre outros processos não atende ou atende com restrição.

Justificando a necessidade de soluções específicas para gerenciar esta atividade, a pesquisa mostra que dentre as empresas que realizam seus processos com algum SI, 90% delas utilizam soluções paleativas, ou seja, não desenvolvidas especificamente para gerenciar a atividade de retorno. Dentre as empresas que gerenciam a logística reversa totalmente manual, 42% atribuem à falta de ferramenta que atenda as necessidades específicas desta atividade.

4. Fluxo da logística reversa utilizando o BPMN

A Figura 2 apresenta o diagrama de processo abordando a operação de logística reversa, seguindo a sugestão de Xavier e Corrêa (2013), no qual descrevem as etapas das operações de logística reversa em 4 etapas, são elas: Planejamento, Coleta e Separação, Reprocessamento e Redistribuição.

Planejamento: Nesta fase elabora-se o planejamento do processo, da cadeia e o projeto da operação de retorno, no qual se define o que será coletado e quem serão os envolvidos neste processo. Estas definições podem ocorrer por iniciativas estratégicas da empresa ou em atendimento às legislações em vigor para o tipo de produto que a empresa trabalha.

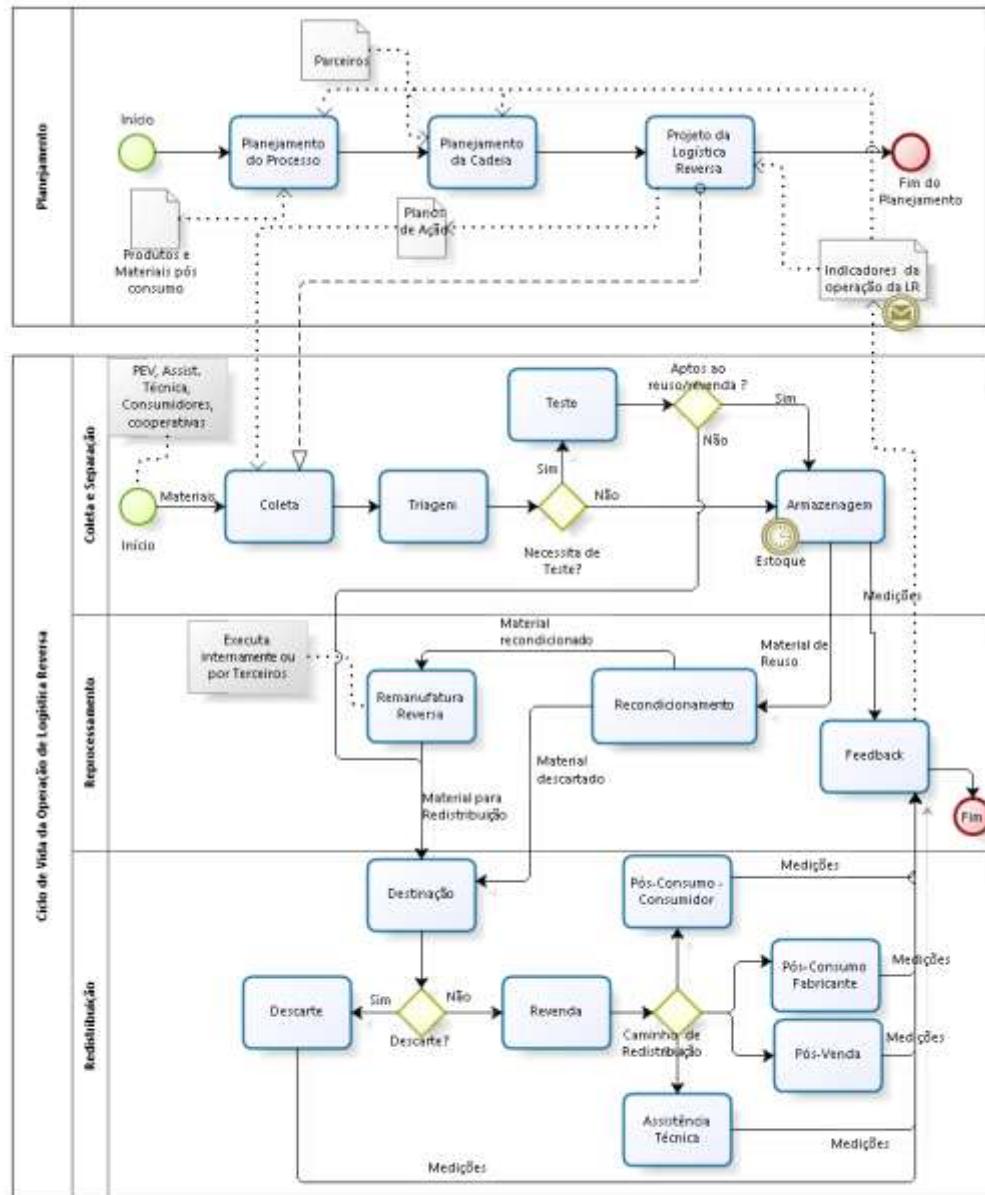
Na diretiva RoHS/2002/95, que trata da restrição de substâncias perigosas nos Estados-Membros da União Europeia, o desenho do processo contempla desde a fase de concepção do produto (EEA, 2013).

Coleta e Separação: São muitas as possibilidades de fontes geradoras de materiais com destino ao retorno, oriundas basicamente de pós-vendas ou de pós-consumo. As prováveis origens são as cooperativas, pontos de entrega voluntária (PEV), consumidores, ou assistências técnicas. Havendo interferência de instrumentos regulatórios, o retorno pode ficar sob responsabilidade do produtor ou do consumidor. No Japão, no segmento de resíduos de equipamentos eletroeletrônico, por exemplo, a responsabilidade é compartilhada, onde o consumidor paga a taxa de reciclagem e fabricante fica responsável pela coleta (HONDA, 2010).

Reprocessamento: Os produtos retornados podem estar em diversos estágios, necessitando de recondicionamento (requer restaurações) ou de remanufatura (requer reparos e manutenção), processo este que envolve atividades de recebimento, armazenagem, gestão de estoque e venda denominado remanufatura reversa (XAVIER e CORRÊA, 2013).

Redistribuição: Segundo Xavier e Corrêa (2013), a redistribuição tem a finalidade de revenda ou de destinação. No primeiro caso, a revenda pode ocorrer da seguinte forma: pós-consumo (mercado secundário), pós-venda (quando retornados aos fabricantes) e assistência técnica (mercado secundário de produtos manufaturados). A Destinação se dá pela impossibilidade de reuso ou aproveitamento do produto, material ou componentes. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010), esta etapa consiste também em reciclagem, incineração ou disposição final (aterro).

Figura 2 – Processo da operação da atividade de logística reversa



Fonte: Elaborado pelos autores

5. Funcionalidades de SI para logística reversa

Os SI existentes para gerenciar as atividades logísticas têm de certa forma, contribuído para as atividades de retorno. No entanto, em muitos casos deixam lacunas em alguma parte do processo como apresentado na metodologia de pesquisa, gerando a necessidade de controles paralelos, manuais ou a utilização de diferentes SI para controlar todo o processo.

Baseado no desenho do processo das operações das atividades de logística apresentado no capítulo 4, este trabalho propõe um conjunto de funcionalidades de Sistemas de informações dedicados à logística reversa, apresentado no quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Proposta de funcionalidades dos SI dedicados à Logística Reversa

Módulo	Função	Descrição	Processo Automação	Área Responsável	Justificativa
Cadastro de Materiais	Cadastro de Materiais	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta de materiais passíveis de coleta, recondicionamento, remanufatura, reciclagem e reparo ou destinação.	Planejamento do Processo	Materiais/ Logística	Visa atender a função de reprocessamento
Cadastro de Parceiros	Cadastro de Parceiros	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta de parceiros selecionado para capacitação, que podem poiar nos processos de recondicionamento, remanufatura, reciclagem e reparo, quando for viável a terceirização.	Planejamento da Cadeia	Materiais/ Logística	Visa atender a função de capacitação de parceiros
Cadastro de pontos de coleta	Cadastro de pontos de coleta	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta dos pontos de coletas definidos.	Planejamento da Cadeia	Materiais/ Logística	Visa atender a função de material x pontos de coleta e a função de redistribuição
Cadastro das tratativas de retorno	Cadastro das tratativas de retorno	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta das tratativas de retorno dos produtos recebidos. (Ex: reuso, reparo, reciclagem, remanufatura, recondicionar ou destinação final).	Planejamento da Cadeia	Materiais/ Logística	Visa atender a função de triagem de materiais
Cadastro dos tipos de testes	Cadastro dos tipos de testes	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta dos tipos de teste aplicáveis aos produtos retornados (Ex: resistência, função, limpeza, elétrico, etc.)	Projeto de Logística Reversa	Materiais/ Logística	Visa atender a função de realização de testes
Cadastro dos clientes	Cadastro dos clientes	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta dos clientes que receberão os produtos após os procedimentos realizados na fase da tratativa de retorno (no caso de revenda).	Projeto de Logística Reversa	Materiais/ Logística	Visa atender a função de redistribuição e vendas
Material x pontos de coletas	Material x pontos e coletas	Este módulo permite a associação dos materiais a serem coletados aos seus respectivos pontos de coleta, definindo parâmetros para quantidade mínima e frequência de coleta.	Projeto de Logística Reversa	Planejamento logístico	Segundo Dekker (2004) as atividades de retorno geram muitas incertezas principalmente quanto ao local de origem dos produtos a serem coletados. A fragmentação do mercado dificulta sua consolidação.
Capacitação de parceiros	Capacitação de parceiros	Este módulo permite o gerenciamento da capacitação de parceiros em um ou em todos os processos da tratativa de retorno (reuso, reciclagem, remanufatura, recondicionamento, destinação final), designando os procedimentos necessários para cada uma das tratativas, quando necessário.	Planejamento da Cadeia	Planejamento logístico	O fluxo de processos prever a capacitação de parceiros envolvidos na logística reversa. Em vários países como China, Índia, EUA, a maior parte da reciclagem de lixo eletrônico ocorre por meio de recicladores externos ao processo da empresa, incluindo canais formais e informais. (EPA, 2012).

Triagem de Materiais	Identificação e Triagem de Materiais	Este módulo permite o registro da triagem após a identificação dos itens recebidos. Classificando-os de acordo com o seu estado físico ou outros critérios pré-definidos. Direcionando-os aos procedimentos necessários antes de serem redistribuídos.	Triagem	Materiais/ Logística	Segundo Barboza <i>et al.</i> (2014) a pesquisa/survey constatou que 57% dos respondentes consideram que seus SI atendem com restrição o quesito tratativa de retorno. O quesito identificação somam 71%.
Produto x Destinação	Produto x Destinação	Este módulo permite o controle de expedição dos materiais no processo de redistribuição para os parceiros ou destinação. Alocação de recursos de transportes necessários para a operação. Podendo ser expedidos aos pontos de coleta previamente cadastrados, se necessário.	Destinação	Expedição/ Logística	Muitos instrumentos regulatórios controlam a destinação de resíduos como o regime EPR (<i>extended producer responsibility</i>) nos Estados Membros da U.E., a lei Japonesa DHLR e PNRS no Brasil. (BARBOZA <i>et al.</i> 2013)
Produto x Estoque	Produto x Estoque	Este módulo permite o controle dos itens em estoque em diversos estágios: I - recebidos, disponíveis para serem submetidos aos procedimentos das possíveis tratativas, II - em processo de beneficiamento, III - finalizados, disponíveis para redistribuição.	Armazenagem	Materiais/ Logística	O desenho do processo prever o controle dos itens armazenados para melhor gerenciamento dos itens retornados e atendimento a fase de redistribuição.
Tipo de testes	Tipo de testes	Este módulo permite registrar os resultados dos testes realizados nos materiais recebidos para alguma das tratativas existentes.	Teste	Qualidade	O registro de manuseio no processo retorno, como por exemplo, a realização de testes de qualidade dos materiais retornáveis, não é atendido nos SI de 67% dos respondentes (BARBOZA <i>et al.</i> , 2014)
SGQ	Relatórios de conformidade	Este módulo permite a emissão de relatórios de conformidade ou RNC, após a fase de testes. Em detrimento dos parâmetros previamente estabelecidos para cumprimento de instrumentos regulatórios em vigor.	Qualidade	Qualidade	Singleton (2011) afirma que os SI devem contribuir no atendimento aos instrumentos regulatórios, emitindo relatórios de conformidade na fase de laudos técnicos.
Vendas	Vendas	Este módulo permite gerenciar a venda de materiais reprocessados. Integrando o módulo estoque do SI proposto, gerando informações para o módulo de finanças do ERP da empresa.	Revenda	Vendas	O quesito “integração com outros processos “dos SI utilizados no controle dos processos de retorno, não atende ou atende com restrições na opinião de 64% dos respondentes. (BARBOZA <i>et al.</i> , 2014).
Reprocessamento	Recondicionamento	Este módulo permite definir os procedimentos necessários ao processo reprocessamento interno ou externo dos produtos. Distinguindo entre as diferentes possibilidades de tratamento: Recondicionamento/Reuso, Reciclagem, Remanufatura, Reparo ou Destinação do material. Definindo uma lista de tarefas a serem executadas para cada tipo de tratamento.	Recondicionamento	Remanufatura	Segundo Kokkinaki <i>et al.</i> , (2002) os SI têm deficiência em distinguir entre diferentes status de retorno, se serão para desmontagem, descarte, reparo, reuso ou devolução de estoque.

Fonte: Elaborado pelos autores

6. Análise e discussão

O diagrama do processo apresentado por meio do BPMN permite identificar de forma clara a complexidade das diversas possibilidades de retorno a partir da venda do produto ou a partir

do descarte do produto. Diferentemente da logística direta, no qual é possível realizar um planejamento e ações mais precisas e acuradas no que diz respeito aos clientes alvos, frequência e volume. Esta combinação de fatores, potencializa os benefícios dos SI no gerenciamento e controle dos processos diretos;

Por outro lado, estes SI usualmente utilizados na logística direta, quando utilizados na logística reversa não geram os mesmos benefícios. A *survey* mostra que, de forma geral, eles atendem parcialmente a necessidade desta atividade na opinião de 79% de um grupo de entrevistados de 36 organizações

Ainda segundo os autores, esta pesquisa revela que de 90% deste mesmo grupo não utilizam soluções específicas para esta atividade. Estes índices podem estar embasados no fato de que a quantidade de ferramentas e sistemas específicos para gerenciamento das atividades de logística reversa é restrita ou nenhuma (STOCK, 2006).

Por envolver riscos no manejo de certos produtos, a logística reversa está mais sujeita a seguir padrões de processos determinados por instrumentos regulatórios que são desenvolvidos visando garantir a preservação do meio ambiente e a saúde humana.

Desta forma, as funcionalidades propostas devem propor uma abordagem que considera o desenho do processo com suas particularidades e instrumentos regulatórios em vigor para o segmento.

A proposta de funcionalidades apresentadas considera um processo de logística reversa abrangente e de forma generalizada. Havendo, portanto, necessidade de revisão para aplicação em qualquer setor, embora conte com as principais etapas necessárias neste tipo de processo.

Por fim, segundo a *survey*, a escassez de oferta de SI para logística reversa, é a razão para 42% das empresas optarem por realizar o controle desta atividade totalmente manual.

7. Conclusão

É necessária uma investigação mais direcionada para se saber a causa da escassez de SI específicos para a logística reversa, mas a revisão de literatura e dados obtidos a partir da *survey* efetuada mostram que a complexidade da atividade pode contribuir para redução de oferta deste tipo de produto no mercado.

Por outro lado, a falta destas soluções leva as empresas a utilizarem soluções paliativas, ou seja, não específicas para esta atividade, gerando insatisfação com os benefícios oferecidos por elas. Em alguns casos, as empresas optam por controles manuais, podendo reduzir o desempenho desta atividade.

Funcionalidades desenvolvidas de forma customizada tendem a atender as particularidades desta atividade ou reduzir significativamente o índice de insatisfação.

Propõe-se para trabalhos futuros, um estudo dos requisitos de sistemas dedicados à atividade de logística reversa com a construção de protótipos e sistemas definitivos.

Referências

BALLOU, R. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARBOZA, M. R.; D'ONOFRIO, E.; GONÇALVES, R. F.; COSTA, I. Logística reversa de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação: uma avaliação comparativa da legislação e programas. *Revista Espaços*: V. 34 (12), P. 13, 2013.

BARBOZA, M. R.; VENDRAMETTO, O.; REIS, J. G. M.; GONÇALVES, R. F. A contribuição dos Sistemas de Informação Gerencial para logística reversa: Uma pesquisa Survey. *XXI Simpósio de Engenharia de Produção. As Demandas de Infraestrutura Logística para o Crescimento Econômico Brasileiro* Bauru, SP, Brasil, 10 a 12 de novembro de 2014.

BHATNAGAR, R., CHEHEE-CHONG, T. Role of logistics in enhancing competitive advantage: A value chain framework for global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 39.3, PG. 202-226, 2009.

CHAN, H. K; YIN, S; CHAN, F. T. S. Implementing just-in-time philosophy to reverse logistics systems: a review - Norwich Business School, University of East Anglia, Norwich, Norfolk - Department of Industrial and Systems Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong. 2010.

CORONADO, O. Logística Integrada: Modelo de Gestão. São Paulo: Atlas, 2007.

DEKKER, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K. and Van Wassenhove, L.N. (editors), Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. London: Springer, pp.3-27, 2004.

EEA – European Environment Agency - Waste electrical and electronic equipment (WST 003). Disponível em: <www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-electrical-and-electronic-equipment/assessment-1>. Acessado em 23/01/2015.

EPA - Environmental Protection Agency – “Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2012”, disponível em http://www.epa.gov/waste/nonhaz/municipal/pubs/2012_msw_fs.pdf, acessado em 14/03/2015.

FLEISCHMANN, M. B.; JACQUELINE, M. D.; ROMMER, V L.; ERWIN, N.; JO, A. E. E. W.; Luk, N. (1997). "Quantitative models for reverse logistics: A review", European Journal of Operational Research, Elsevier, vol. 103(1), pages 1-17, November.

HONDA, S. Japan's experiences in environmentally sound management of e-waste. E-waste Workshop at IETC 2010. Osaka, Japan. 6–9 July 2010.

HOROWITZ, N. How to find savings in reverse logistics, (2013). Disponível em: <https://www.supplychainquarterly.com/columns/scq201002monetarymatters/www.supplychainquarterly.com>. Acessado em 11/04/2015.

JESTON, J.; NELIS, J. Business Process Management: Practical Guideline to Successfull Implementation. EUA: Elsevier, 2006.

KOKKINAKI, A. I.; DEKKER, R.; DE KOSTER, M. B. M.; PAPPIS, C.; VERBEKE, W. E. Business model of reverse logistics: Contributions and challenges. Proceedings of IEE Computer Society (ITCC): International Conference on Information Technology, Nevada, USA, p. 470-476, 2002.

NIKOLAOU, I. E.; EVANGELINOS, K. I. and ALLAN, S. (2013) A reverse logistics social responsibility evaluation framework based on the triple bottom line approach. Journal of Cleaner Production, 56. pp. 173-184. ISSN 0959-6526 (doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.009).

OLORUNNIWO, F. O, LI, X. (2010) "Information sharing and collaboration practices in reverse logistics", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 15 Iss: 6, pp.454 – 462. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1108/13598541011080437>. Acessado em 09/05/2015.

OMG. Object Management Group. Disponível em: <http://www.omg.org>, Acessado em 30/03/2015.

ROGER, S. D; TIBBEN-LEMBKE, R. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices, Reverse Logistics Executive Council. 1998. pg. 2-33.

SCHATTEMAN, O. Reverse logistics' in Gattorna, J., Ogulin, R. and Reynolds M. W., eds., Gower Handbook of Supply Chain Management, p 267. Gower Publishing Ltd, 2003.

SINGLETON, D. IT Investment Is Key to Successful Reverse Logistics Management, Supply Chain Management, Research Guide, Executive yearbook, 2011. Disponível em: <http://www.supplychainbrain.com/content/logisticstransportation/reverse-logistics/single-article-page/article/it-investment-is-key-to-successful-reverse-logistics-management/>. Acessado em 02/05/2015.

SMITH, H.; FINGAR, P. Business Process Management: The third wave. Florida: Meghan-Kiffer Press, 2002.

SOUZA NETO, M. V.; MEDEIROS JUNIOR, J. V. Afinal o que é Business Process Management (BPM)? Um novo conceito para um novo contexto. Rio Grande do Norte: Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, v. 7, n.2, 2008.

StEP – Solving the E-waste Problem – Annual Report – 2012/2013. UNU – United Nation University – Institute for Sustainability and Peace, 2013.

STOCK, J. R. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs, Oakbrook, IL: Council of Logistics Management, 1998.

STOCK, J., SPEH, T., Shear, H, Managing product returns for competitive advantage, 1532-919448. MIT Sloan Management Review, pp. 57–62, 2006.

WESKE, M. Business Process Management: Concepts, languages, architectures. EUA: Springer, 2007.

XAVIER, L. H, CORRÊA, H. L. Sistemas de Logística Reversa: Criando Cadeias de Suprimentos Sustentáveis, São Paulo: Atlas, 2013.

7 DISCUSSÃO FINAL

A revisão de literatura mostrou que as atividades de logística reversa possuem maior dificuldade de controle do que a logística direta, uma vez que não há certeza quanto as quantidades, frequência e local onde serão coletados os produtos, resíduos ou embalagens. Outro fator que dificulta o planejamento e operação desta atividade é a gama de possibilidades de tratativa de retorno, diferente da logística direta que tem um único objetivo e destino (entregar o produto ao cliente no local desejado). A logística reversa possui diversas alternativas que variam de acordo com o tipo de retorno (pós-venda ou pós-consumo) e a finalidade do mesmo, variando entre retorno para conserto em garantia, troca por tamanho ou modelo, reúso, reciclagem, remanufatura ou descarte apropriado. Estas várias possibilidades tornam a atividade complexa, com alto grau de incerteza e totalmente fracionada, dificultando o gerenciamento e controle da mesma.

Em resposta à Q1: quais são os instrumentos regulatórios para a logística reversa no Brasil e outros países ou região? Como recorte de escopo, a análise setorial realizada sobre a logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs), também chamado de lixo eletrônico, mostra que para este segmento, é latente a preocupação com os índices de retorno.

A pesquisa que resultou no artigo 1, denominado: A logística reversa de REEE, uma avaliação dos instrumentos regulatórios, mostra que os países que se posicionam entre os primeiros no *ranking* de geração e descarte de REEEs como EUA e China, possuem muitos instrumentos regulatórios em vigor que tratam especificamente destas questões. Por outro lado, o Japão e os Estados-Membros da União Europeia que também lideram este *ranking*, possuem apenas um regime ou lei principal em vigor que tratam destas questões. No entanto, EUA e China têm menores índices de retorno que o Japão e Estados-Membros da UE, que ranqueiam entre os melhores neste índice.

Neste contexto, o Brasil se mostra com grande incidência de produção e descarte destes resíduos, demonstrando pouca efetividade em seus diversos instrumentos regulatórios criados para este segmento. De forma geral, este estudo comparado entre o Brasil e outras regiões (EUA, China, Índia, Japão e Estados-Membros da União Europeia) mostrou que a efetividade destes instrumentos é eficaz para aumentar estes índices do que a quantidade deles em suas respectivas regiões.

Em resposta à Q2: qual a contribuição dos SIs para a logística reversa em geral? A pesquisa que resultou no artigo 2, denominado: A contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa, mostrou que os SIs não específicos para esta atividade, até melhoraram o controle das atividades de retorno e o seu desempenho, se comparado ao controle realizado totalmente manual. No entanto, do grupo dos respondentes que fazem uso destas soluções, 79% consideram que elas não atendem suas necessidades.

Por outro lado, o resultado da *survey* mostrou que dentre as empresas que fazem uso de SIs, em sua maioria, usam apenas os seus ERP ou sistemas nativos deles ou ainda alguma solução desenvolvida internamente para gerenciar e controlar esta atividade, justificando os resultados insatisfatórios quanto ao atendimento de suas necessidades, uma vez que a atividade de retorno tem peculiaridades diferentes da atividade de logística direta.

No entanto, os SIs que são normalmente utilizados como apoio às atividades de logística direta (ERP e WMS) e outras soluções como RFID, EDI não aparentam gerar os mesmos benefícios quando utilizados na logística reversa. Nota-se que a oferta de sistemas específicos para esta atividade é escassa ou nenhuma. Em alguns casos, os sistemas tradicionais são adaptados para a finalidade de melhorar o gerenciamento e controle da logística reversa.

Em resposta à Q3: quais as funcionalidades dos sistemas de informação são necessárias para gerenciar as atividades de logística reversa? A pesquisa resultou no artigo 3, denominado: Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa. A proposta de descrição de funcionalidades específicas para a logística reversa aborda funções que visam cobrir as lacunas dos sistemas de informações utilizados na logística direta quando utilizados na reversa.

A proposta contempla funções de monitoramento dos retornáveis em todo o processo, uma vez que alguns instrumentos regulatórios estabelecem responsabilidades sobre o retorno do produto para um ou mais envolvidos no processo. Em alguns casos, a responsabilidade se estende até o fim da vida útil do produto, como o regime EPR.

Os SIs podem contribuir para este fim com funções como cadastro dos pontos de coleta, dos parceiros envolvidos, realização de triagem para direcionar aos procedimentos necessários, controle do estoque de retornáveis e da expedição dos materiais para destinação final ou redistribuição. Visando ainda atender instrumentos regulatórios, os SIs podem

auxiliar a área da Gestão da Qualidade por meio do módulo de relatórios de conformidade e emissão de laudos técnicos.

Este estudo possibilitou concluir que a atividade de logística reversa, embora com as particularidades apresentadas, pode ser melhor gerenciada por meio dos recursos tecnológicos. O uso de SIs não específicos para este fim geram ganhos modestos se comparado ao gerenciamento desta atividade de forma totalmente manual. No entanto, apresenta lacunas em suas funcionalidades quando utilizados para gerenciar a atividade de logística reversa. Desta forma, a conclusão da pesquisa se deu com a apresentação de proposta de funcionalidades para SIs dedicados à logística reversa, que visam preencher ou minimizar estas dificuldades.

Para trabalhos futuros e continuidade desta pesquisa, pretende-se estudar os requisitos de sistemas dedicados à atividade de logística reversa com a construção de protótipos.

8 REFERÊNCIAS

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos** - logística empresarial. 5^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

_____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARBOZA, M. R.; D'ONOFRIO, E.; GONÇALVES, R. F.; COSTA, I. Logística reversa de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação: uma avaliação comparativa da legislação e programas. **Revista Espacios**: V. 34 (12), P. 13, 2013.

BARBOZA, M. R.; VENDRAMETTO, O.; REIS, J. G. M.; GONÇALVES, R. F. A contribuição dos Sistemas de Informação Gerencial para logística reversa: Uma pesquisa Survey. **XXI Simpósio de Engenharia de Produção**. As Demandas de Infraestrutura Logística para o Crescimento Econômico Brasileiro Bauru, SP, Brasil, 10 a 12 de novembro de 2014.

BOENTE, A.; BRAGA, G. **Metodologia Científica Contemporânea**. Rio de Janeiro. Brasport, 2004.

BOWEN, F. E.; COUSINS, P. D. L.; RARUK. A. C. Horse for Courses: Explaining the Gap between the Theory and Practice of Green Supply. **Greener Management International**, N°. 35, 2001, pp. 41-60.

CALDWELL, B. Reverse Logistics. **Information Week**, 12 de Abril de 1999, 1999.

CHAN, H. K; YIN, S; CHAN, F, T.S. **Implementing just-in-time philosophy to reverse logistics systems**: a review. Norwich Business School, University of East Anglia, Norwich, Norfolk - Department of Industrial and Systems Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong. 2010.

COOPER, D.; SCHINDLER, P. **Métodos de pesquisa em administração**. 10.^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2011.

CORONADO, O. **Logística Integrada**: Modelo de Gestão. São Paulo: Atlas, 2007.

DEKKER, R.; BLOEMHOLF, J.; MALLIDIS, I. Operations Research for green logistics—An overview of aspects, issues, contributions and challenges. **European Journal of Operational Research** 219.3: p. 671-679, 2012.

FROSCH, R. Industrial Ecology: Minimizing the Impact of Industrial Waste. **Physics Today**, Vol. 47, No. 11, 1994, pp. 63-68. doi:10.1063/1.881405.

GEFFEN, C. A.; ROTHENBERG, S. Suppliers and environmental innovation: The automotive paint process. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 20 Iss: 2, pp.166 – 186. 2000.

GOLDSBY, T. J.; CLOSS, D. J. Using activity-based costing to reengineer the reverse logistics channel. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Vol 30, Number 6, pp, 500-514, 2000.

GREENPEACE. **Poisoning the poor – Electronic Waste in Ghana 2008**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/news/features/poisoning-the-poor-electroni/>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

GREVE, C.; DAVIS, J. Commissioned by UPS - Recovering Lost Profits by Improving - **Reverse Logistics**, 2010.

HASAN, S. A.; SUBHANI, M. I.; AMIM, M. K.; OSMAN, A. Impact of Organization Culture on Promoting Green Supply. **American Journal of Scientific Research**, ISSN 1450-223X Issue 82 (2012), pp. 108-112. EuroJournals Publishing, Inc. 2012.

HOROWITZ, N. **How to find savings in reverse logistics**: Disponível em: <<https://www.supplychainquarterly.com/columns/scq201002monetarymatters/>> www.supplychainquarterly.com> Acesso em: 11 abr. 2015. 2013.

KLASSEN, R. D.; MCLAUGHLIN, P. The Impact of Environment Management on Firm Performance. **Management Science**, Vol. 42, No. 8, 1996, pp. 1199-1214.

LACERDA, L. Logística Reversa - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Centro de Estudos em Logística**, COPPEAD, 2002.

LAMBERT, D.; STOCK, J. **Strategic Physical distribution management**. Homewood. IL: Irwin, 1981, p.19.

LEITE, C. Cidades sustentáveis, Desafios e oportunidades. **Com Ciência**, n.º 118, Campinas, 2010.

LEITE, P. R. **Logística Reversa - Meio ambiente e Competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003. pp.16.

LEITE, P. R.; LAVEZ , N.; SOUZA, V. M. Fatores da logística reversa que incluem no reaproveitamento do lixo eletrônico – Um estudo de caso do setor de informática. XII Simpósio de Administração da produção, Logística e Operações Internacionais. **SIMPEP**, 2009. Bauru, SP, 2009.

LI, R.; TEE, C.; TARIN, J. C. **A Reverse Logistics Model For Recovery Options of E-waste Considering the Integration of the Formal and Informal Waste Sectors**, Elsevier, 2012.

MURPHY, P. R.; POIST, R. P. Managing of logistics retro movements: An empirical analysis of literature suggestions. **Transportation Research Forum**, Vol. 29, No. 1, 177-184 – 1989.

POHLEN, T. L.; FARRIS, M. T. Reverse logistics in plastics recycling. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. Bradford: v.22, Iss. 7, pp. 35-48, 1992.

REVERSE LOGISTICS EXECUTIVE COUNCIL – Disponível em: <<http://www.rlec.org/glossary.html>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

RODRIGUEZ, F.J. G; GUTIERREZ, C. C.; BUSTOS-FLORES, C. Implementation of reverse logistics as a sustainable tool for raw material purchasing in developing countries: The case of Venezuela. **Int. J. Production Economics**, 2012.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practice, **Reverse Logistics Executive Council**. 1998.

SEVERO, E.; DORION, E.; ABREU, M. The Contribution of Reverse Logistics and Information Systems in pursuit of environmental sustainability. **Revista de Administração Imed** (RAIMED), ISSN 2237-7956 – Vol. 1, n. 1, p.97-122. 2011.

SINGLETON, D. IT Investment Is Key to Successful Reverse Logistics Management. **Supply Chain Management, Research Guide**, Executive yearbook, 2011. Disponível em: <<http://www.supplychainbrain.com/content/logisticstransportation/reverse-logistics/single-article-page/article/it-investment-is-key-to-successful-reverse-logistics-management/>>, acesso em: 02 mai. 2015.

STAIR, R.M. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**. 2.ª ed., Rio de Janeiro: LTC. p. 451 -1998.

STOCK, J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**, Oakbrook, IL: Council of Logistics Management, 1998.

STOCK, J.; SPEH, T.; SHEAR, H. Managing product returns for competitive advantage, 1532-919448. **MIT Sloan Management Review**, pp. 57–62, 2006.

UNEP. United Nations Environment Programme, DTIE, Division of Technology, Industry and Economics, IETC International Environmental Technology, Manual 3: **WEEE/E-Waste Take Back System**, 2011.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. *Sistemas de Logística Reversa: Criando Cadeias de Suprimentos Sustentáveis* - São Paulo, Atlas, 2013.

ZHU, Q.; SARKIS, J. The Moderating Effects of Institutional Pressure on Emergent Green Supply Chain Practices and Performance. **International Journal of Production Research**, Vol. 45, No. 18-19, pp. 4333-4355, 2007.

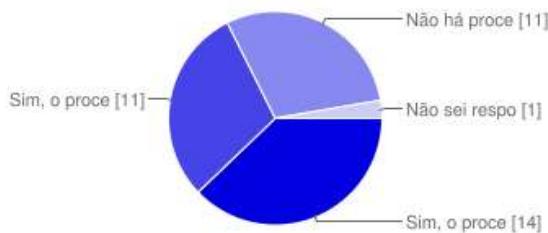
ZIKMUND, W. G.; STATON, W. J. Recycling solid wastes – A channel-of-distribution-problem. **Journal of Marketing**, ps. 34-39. July, 1971.

9 ANEXOS

Resumo de dados da *survey* realizada para compor o artigo 2, denominado: A contribuição dos sistemas de informação para a logística reversa.

QUESTÃO 1: (CHAVE)

1. A sua empresa realiza algum processo de logística reversa? Como ele acontece?



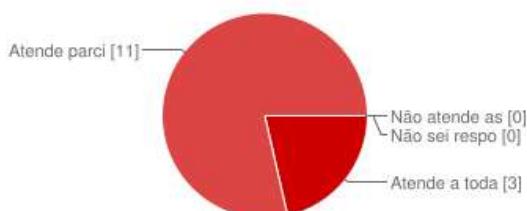
Sim, o processo acontece parcialmente ou totalmente sistematizado	14	37.8%
Sim, o processo acontece de forma manual (controlado por planilhas, papel ou e-mail ou sem controle)	11	29.7%
Não há processo de logística reversa	11	29.7%
Não sei responder, quero sair do questionário	1	2.7%

Parte 1: Você foi direcionado para esta seção, porque sua resposta foi:

2. Qual o tipo do sistema utilizado no processo de logística reversa?

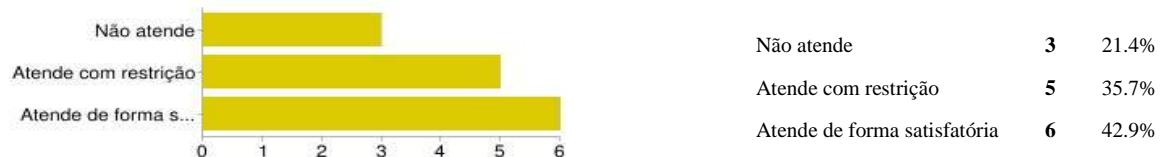
Sistema desenvolvido internamente	5	35.7%
Módulo adicional do ERP	0	0%
Sistema nativo do ERP, no qual foi customizado/adaptado para atender a necessidade	5	35.7%
Sistema específico adquirido para esta finalidade	1	7.1%
No próprio ERP, controle apenas de entrada e saída	3	21.4%
Outros	0	0%

3. Quanto a utilização desta (s) ferramenta (s) no processo de retorno:

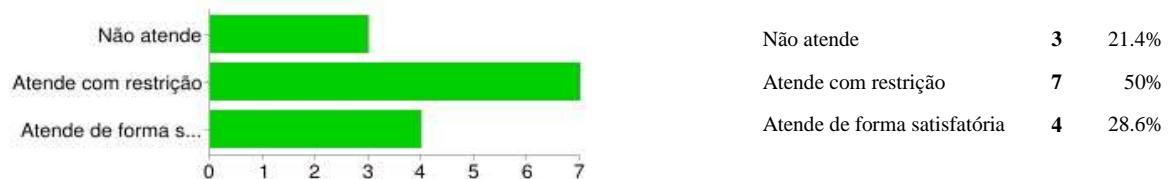


Atende a todas as necessidades	3	21.4%
Atende parcialmente as necessidades	11	78.6%
Não atende as necessidades	0	0%
Não sei responder	0	0%

Rastreabilidade [4. Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir:]



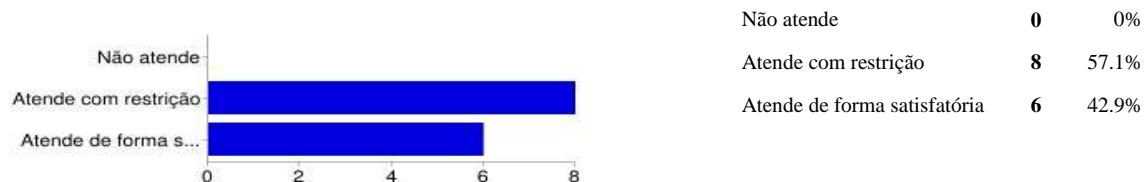
Identificação [4. Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir:]



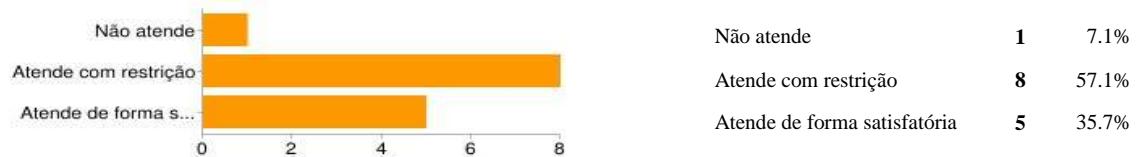
Manuseio [4. Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir:]



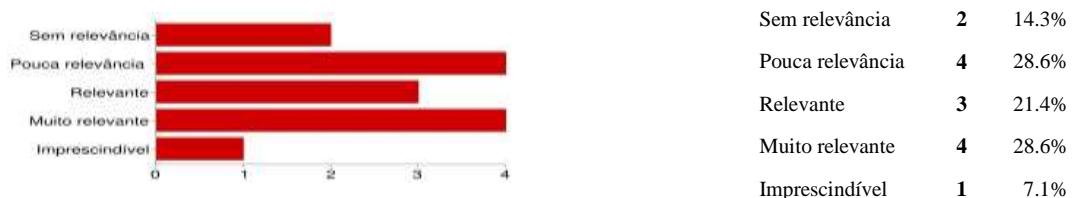
Tratativa do retorno (reparo, reúso, conserto, descarte etc.) [4. Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir:]



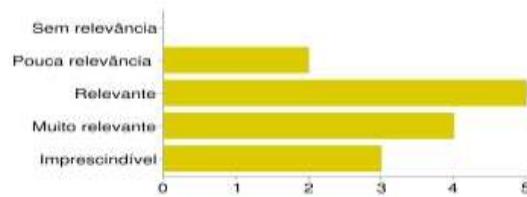
Integração com outros processos [4. Em se tratando desta ferramenta avalie suas funcionalidades nos quesitos a seguir:]



Redução de tempo de retorno [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]

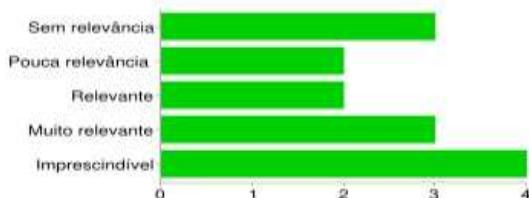


Redução de custo / recuperação de valor [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



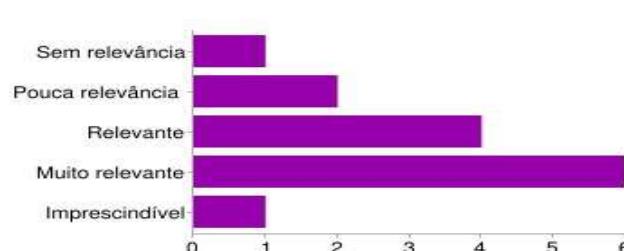
Sem relevância	0	0%
Pouca relevância	2	14.3%
Relevante	5	35.7%
Muito relevante	4	28.6%
Imprescindível	3	21.4%

Redução do impacto ambiental [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



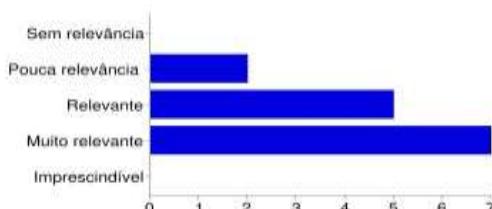
Sem relevância	3	21.4%
Pouca relevância	2	14.3%
Relevante	2	14.3%
Muito relevante	3	21.4%
Imprescindível	4	28.6%

Aumento da competitividade [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



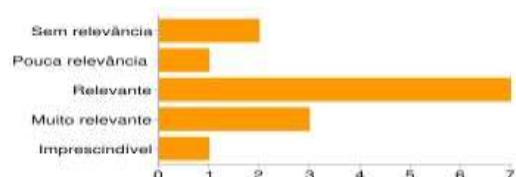
Sem relevância	1	7.1%
Pouca relevância	2	14.3%
Relevante	4	28.6%
Muito relevante	6	42.9%
Imprescindível	1	7.1%

Facilidade operacional no processo de coleta [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



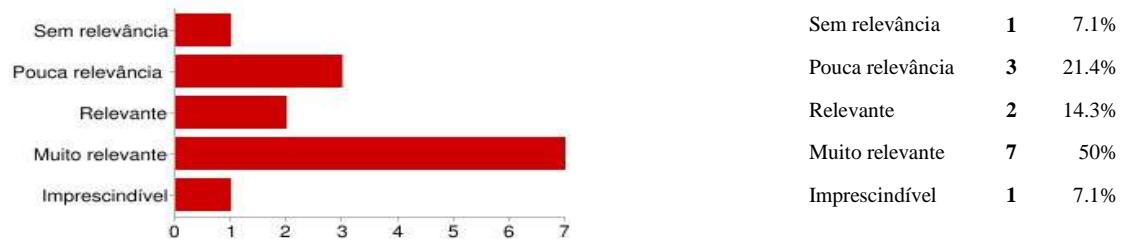
Sem relevância	0	0%
Pouca relevância	2	14.3%
Relevante	5	35.7%
Muito relevante	7	50%
Imprescindível	0	0%

Relatórios estratégicos para alta direção [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]

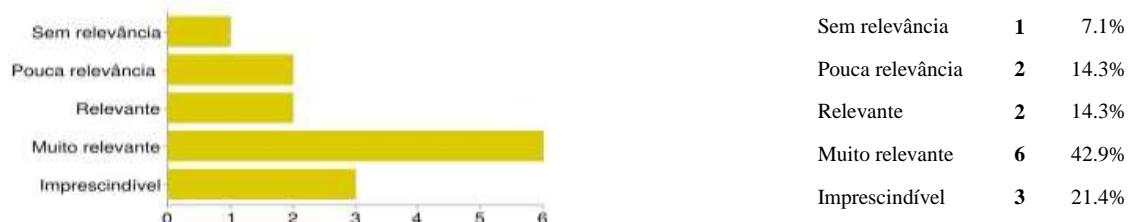


Sem relevância	2	14.3%
Pouca relevância	1	7.1%
Relevante	7	50%
Muito relevante	3	21.4%
Imprescindível	1	7.1%

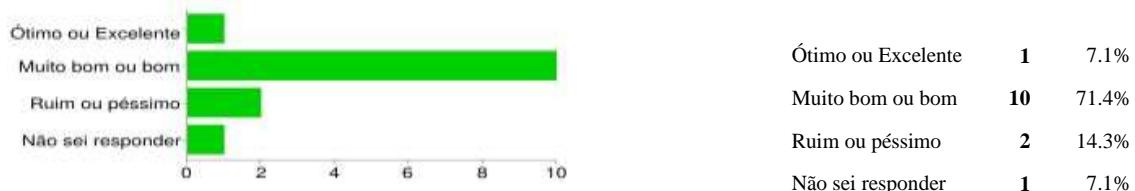
Relatórios gerenciais tomada de decisão [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



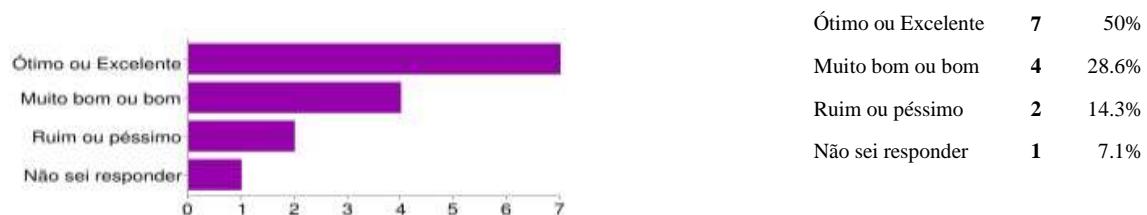
Relatórios operacionais para direcionar as atividades [5. Quais as vantagens que o uso desta ferramenta traz para a operação de logística reversa?]



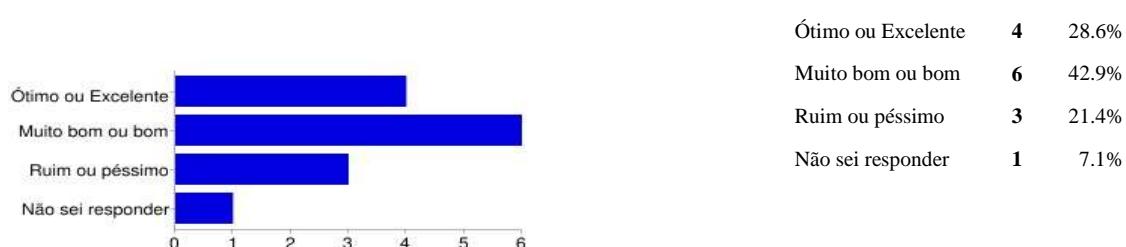
Desempenho (Tempo de resposta a cada comando informado) [6. Tratando aspectos técnicos, avalie o sistema quanto:]



Disponibilidade (Tempo que o sistema fica disponível para utilização) [6. Tratando aspectos técnicos, avalie o sistema quanto:]



Confiabilidade (As informações disponíveis são 100% confiáveis) [6. Tratando aspectos técnicos, avalie o sistema quanto:]



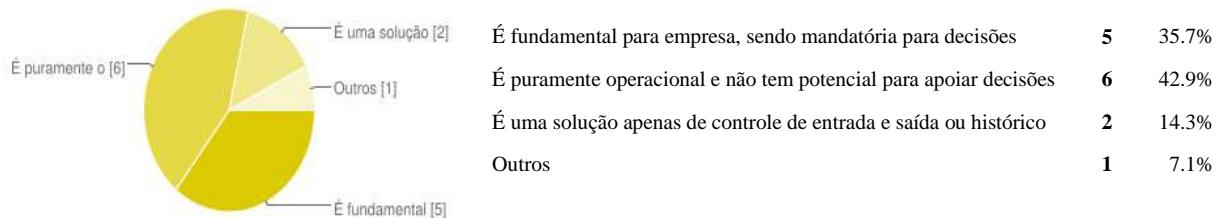
Intuitivo (As telas e comando são de fácil entendimento) [6. Tratando aspectos técnicos, avalie o sistema quanto:]



Integração com outros sistemas [6. Tratando aspectos técnicos, avalie o sistema quanto:]

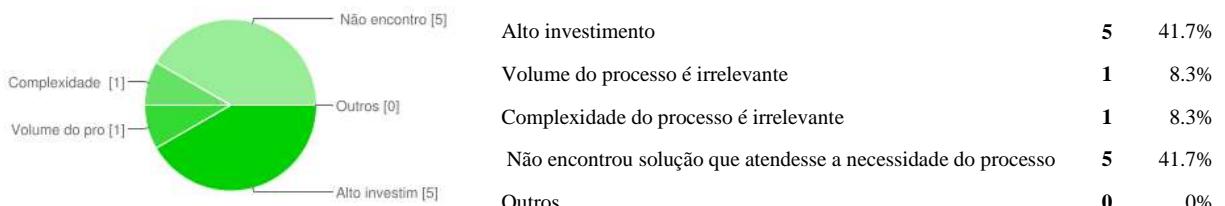


7. Como o uso desta(s) tecnologia(s) nas atividades de logística reversa beneficia a sua empresa?



Parte 2: Você foi direcionado para esta seção porque sua resposta foi:

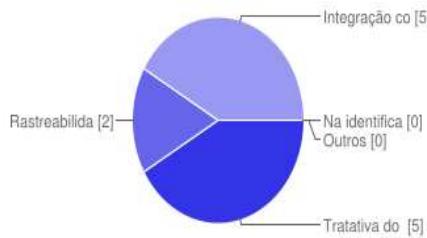
8. A não utilização de sistema de informação nas atividades de logística reversa deve-se:



9. Sem uso de tecnologia nas atividades de logística reversa, onde você julga maior impacto no processo?

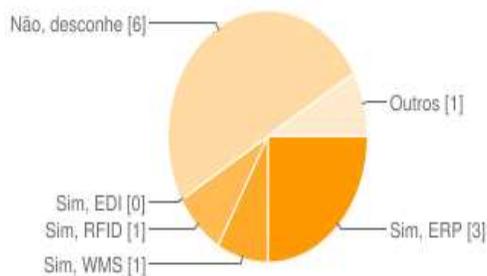


10. No que a tecnologia ajudaria nas operações do processo de retorno?



Na identificação do item	0	0%
Tratativa do processo de retorno (remanufatura, reciclagem, reúso ou descarte apropriado) do item.	5	41.7%
Rastreabilidade do item	2	16.7%
Integração com outros processos	5	41.7%
Outros	0	0%

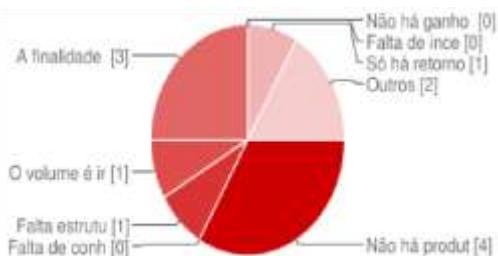
11. Você conhece alguma ferramenta (sistema de informação) que ajudaria no processo de retorno?



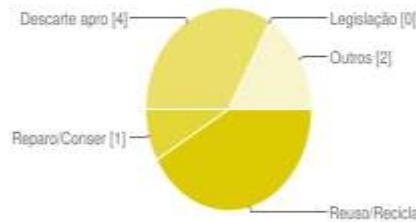
Sim, ERP	3	25%
Sim, WMS	1	8.3%
Sim, RFID	1	8.3%
Sim, EDI	0	0%
Não, desconheço	6	50%
Outros	1	8.3%

Parte 3: Você foi direcionado para esta seção, porque sua resposta foi:

12. Sua empresa não possui processo definido de logística reversa por que?

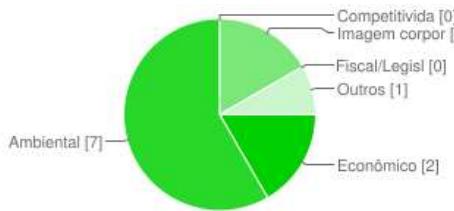


13. Se sua empresa estruturasse o processo de logística reversa, o motivo do retorno seria:



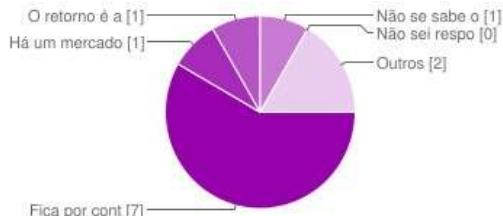
Reuso/Reciclagem (pós-consumo)	5	41.7%
Reparo/Conserto (pós-venda)	1	8.3%
Descarte apropriado	4	33.3%
Legislação	0	0%
Outros	2	16.7%

14. A não definição do processo de logística reversa, gera impacto:



Econômico	2	16.7%
Ambiental	7	58.3%
Competitividade	0	0%
Imagen corporativa/ Fidelização do cliente	2	16.7%
Fiscal/Legislação	0	0%
Outros	1	8.3%

15. Uma vez que NÃO há gerenciamento do processo de retorno em sua empresa, qual o destino final do item pós-consumo?



Fica por conta do cliente, fornecedor ou consumidor final	7	58.3%
Há um mercado paralelo que atua neste processo, independentemente	1	8.3%
O retorno é apenas para reparo/conserto (pós-vendas), controlado por terceiros	1	8.3%
Não se sabe o destino, não há controle	1	8.3%
Não sei responder	0	0%
Outros	2	16.7%