

Proposta de mapa de processos de logística reversa de pós-consumo sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos

Proposal for processes map of post-consumption reverse logistics under the perspective of the national solid waste policy

Emmily Caroline Cabral da Fonseca¹ - Univ. do Est. do Pará - Centro de Ciênc. Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Prod.
Eriton Carlos Martins Barreiros² - Univ. do Est. do Pará - Centro de Ciênc. Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Prod.
Paulo Vitor dos Santos Gonçalves³ - Univ. do Est. do Pará - Centro de Ciênc. Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. Amb.
André Cristiano Silva Melo⁴ - Univ. do Est. do Pará - Centro de Ciênc. Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Prod.
Denilson Ricardo de Lucena Nunes⁵ - Univ. do Est. do Pará - Centro de Ciênc. Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Prod.

RESUMO A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aponta a Logística Reversa (LR) como um instrumento que viabiliza ações e estratégias capazes de adequar a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) às suas diretrizes. Passados mais de cinco anos de sua publicação, os estudos sobre LR no Brasil não acompanharam as demandas por definição de processos necessários à gestão de RSU em conformidade com a PNRS. Esse grupo de resíduos é fruto do pós-consumo e torna-se relevante esclarecer a relação entre seus processos reversos, para auxiliar a estruturação e gestão de canais reversos que os conduzam a destinos orientados pela Lei. O objetivo desta pesquisa foi formalizar, por meio de estudo teórico, os processos, segundo a literatura e as diretrizes legais, necessários à estruturação dos canais reversos por meio da proposta de um mapa de processos de LR. Para tanto, foi efetuado o levantamento bibliográfico relacionado, a leitura detalhada da Lei nº 12.305 (PNRS) e entrevistas com profissionais atuantes nos canais reversos de RSU. Os resultados convergiram à proposição de um mapa dos macroprocessos de LR, no qual os processos direcionadores de fluxos foram: coleta, processamento e entrega.

Palavras-chave Política Nacional de Resíduos Sólidos. Logística Reversa. Mapeamento de Processos.

ABSTRACT *The National Policy on Solid Waste (NPSW) points to the Reverse Logistics (RL) as an instrument that enables actions and strategies that allow adequate management of Urban Solid Waste (USW) according to their guidelines. After more than five years of its publication, studies of RL in Brazil haven't met the demands for defining procedures in the implementation of proper management of MSW in accordance with the NPSW. This class of waste is the result of post-consumer and it is relevant to clarify the relationship in their reverse processes in order to help the structuring and management of reverse channels that drive the waste to proper destination, in compliance with the law. Therefore, the objective of this research was to formalize, by means of theoretical study, the necessary processes, according to the literature research and legal guidelines, for the reverse channels through the proposal for a map of RL processes. For such, literature research, detailed reading of Law number 12.305 (NPSW) and interviews with professionals working in the USW reverse channels were performed. The results converged on the proposition of a map of RL macro processes in which the processes identified were: collection, processing and delivery.*

Keywords *National Solid Waste Policy. Reverse Logistics. Process Mapping.*

1. T. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, Bairro Marco, 66095-10, Belém-PA, emmilycaroline@hotmail.com
2. eritonbarreiros@yahoo.com.br
3. santos-paulo@live.com
4. acsmelo@yahoo.com.br
5. denilson.lucena@ibest.com.br

FONSECA, E. C. C.; BARREIROS, E. C. M.; GONÇALVES, P. V. S.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L. Proposta de mapa de processos de logística reversa de pós-consumo sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 1, jan-mar/2017, p. 83-99.

DOI: 10.15675/gepros.v12i1.1601

1. INTRODUÇÃO

A atenção atribuída aos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU se intensificou, após a aprovação da Lei nº 12.305, de dois de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cujo foco volta-se sobretudo à disposição final, ambientalmente adequada, de rejeitos e à redução da geração de RSU (BRASIL, 2010). Como consequência, os lixões a céu aberto devem deixar de existir devido aos danos ambientais causados, surgindo a necessidade de soluções sustentáveis e coerentes aos problemas de gestão desses resíduos.

O tema que envolve a gestão de resíduos sólidos sugere o inevitável desenvolvimento de novos serviços, os quais demandam a utilização de mão de obra intensiva. O número de empregos diretos relacionados a RSU demonstra a sua relevância na geração e manutenção de postos formais de trabalho, que crescem a cada ano, em 2013, superando 332 mil empregos (ABRELPE, 2013), tudo isso ocorrendo, sobretudo, em função da própria demanda. Segundo Abrelpe (2013), ao comparar a quantidade de RSU gerada e a coletada em 2013, fica visível que, diariamente, mais de 20.000 toneladas de resíduos deixaram de ter uma destinação adequada no país, sendo encaminhados para lixões ou aterros controlados, ambos sem um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente.

A gestão dos RSU, como qualquer atividade, necessita se apoiar em processos logísticos que, neste caso, trata-se de Logística Reversa (LR), uma estratégia para melhorias na movimentação e controle do fluxo reverso desses resíduos provenientes da Logística Direta (caminho natural que segue desde a matéria-prima até o cliente final). Segundo Leite (2014), a LR é responsável por finalizar o ciclo dos fluxos logísticos, ocupando-se com os diversos fluxos de retorno de materiais sob a forma de bens de pós-venda ou pós-consumo. Portanto, a LR é uma alternativa para realimentação das atividades de uma empresa, já que potencializa o reprocessamento de materiais por ela descartados, que podem ser reutilizados como matéria-prima em diversos processos. Como consequência, ocorre uma potencial diminuição de investimentos com suprimentos e índices de destinação inadequada de resíduos.

A preocupação em desenvolver LR para gestão de RSU é relativamente recente e os estudos sobre o tema ainda estão em pleno desenvolvimento. Segundo Fonseca et al. (2015), pode-se observar um crescimento de publicações nacionais voltadas a LR no contexto da PNRS, entre 2010 e 2014, mas, ainda segundo estes autores, ressalta-se que o volume de pesquisas em LR identificadas com o foco central na PNRS ainda é tímido. Portanto, questões básicas sobre os processos que devem compor essa operação ainda necessitam de discussão. Uma das questões relevantes é a própria definição de processos de LR que devem compor gestão de RSU. Para responder essa questão, faz-se necessário identificar e mapear tais processos, para compreender a relação entre os fluxos de materiais e informação através das etapas de execução. Mota et al. (2015) ratificam a importância de mapear os processos de LR como oportunidade para o desenvolvimento e padronização de atividades logísticas sob a ótica da PNRS, a partir da sua direta associação com as diretrizes propostas nesta Lei.

Assim, esta pesquisa objetivou propor um mapa de macroprocessos de LR por meio da identificação na literatura e na PNRS do conjunto de atividades que compõem o cenário voltado aos RSU, respaldado por profissionais atuantes no setor. Para tanto, o texto foi organizado em 5 seções, com a primeira composta pela introdução ao tema estudado. Na Seção 2 apresentou-se a revisão de literatura, com o levantamento bibliográfico de pesquisas relacionadas ao tema central. Na Seção 3 apresentou-se o método usado ao desenvolvimento da proposta. Na Seção 4, foi apresentado o mapa dos processos de LR voltados aos RSU, considerando a literatura e os pressupostos da PNRS. Na Seção 5, expõem-se as considerações sobre o estudo desenvolvido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em dois de agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, foi sancionada (BRASIL, 2010), visando, principalmente, à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos e à redução da geração de RSU. Essa Lei apresenta, no segundo capítulo, definições que objetivam embasamento teórico acerca do texto criado, merecendo destaque os incisos XII e XVII. O inciso XII trata a LR como (BRASIL, 2010):

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

Já o inciso XVII dedica-se ao conceito de Responsabilidade Compartilhada, caracterizada como conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (RS), para minimizar seu volume e rejeitos gerados, bem como reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental, decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.

À vista disso, é notável que a PNRS contextualiza e traz à tona a discussão sobre a preocupação socioambiental, envolvendo RS, além de apresentar inúmeras potencialidades no que tange à busca de soluções para o correto descarte desses resíduos e a proteção mais completa do meio ambiente. Neste contexto, Assunção (2011) conceitua os RS como:

Materiais provenientes das atividades humanas ligadas à indústria, ao comércio, às atividades domiciliares, hospitalares, agrícolas etc., que, em função de sua concentração, composição, tipo de disposição na função, forma de exposição e tempo de interação etc., podem provocar efeitos adversos ao homem, às instalações ou ao meio ambiente.

No Brasil, o crescimento da preocupação relacionado à destinação adequada dos RS cresceu em relação a 2012. Segundo Abrelpe (2013), o índice de 57,98%, correspondente a 2012, é menor que de 2013 (58,26%). Porém, muito ainda precisa ser feito, pois 78.987 toneladas por habitante ainda apresentam destinação indevida, sendo a maioria destinadas a aterros controlados que, ambientalmente, pouco se diferenciam de lixões, já que não possuem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Nesse sentido, a PNRS integra a Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981 e articula-se à Política Federal do Saneamento, regulada pela Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, com o objetivo de agrupar o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente, ou em cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, para gestão integrada e gerenciamento ambientalmente adequado dos RS (BRASIL, 2010).

Como instrumentos relevantes da PNRS, sugeriram os planos de RS, como os Planos Estaduais de Gestão de Resíduos Sólidos, que buscam descentralizar as responsabilidades dos municípios, antes os principais encarregados pelos RS. A Lei orienta o conteúdo dos planos, propondo o que deve constar em cada um deles. Há ainda a exigência que o poder público faça um diagnóstico e presencie os fluxos de RS, e espera-se que isso incentive a reciclagem e o aproveitamento destes resíduos, na coleta seletiva, entre outras medidas (FREIRE, 2010).

A PNRS frisa o comprometimento mais global dos estados brasileiros, para propor metas de redução de resíduos, reutilização, reciclagem, entre outras formas sustentáveis que reduzam a quantidade de rejeitos, resultando em condições que priorizam cada estado na obtenção de recursos da União, segundo a regulamentação de investimentos em gestão de RS.

Segundo Freire (2010), é pertinente ressaltar que a divisão de responsabilidades sobre a gestão dos resíduos, na regulação da PNRS, abrange os setores públicos e privados. Promove alterações na Lei 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) que traz inovações para empresas e empreendimentos privados, em que há a alteração da conduta empresarial e o estabelecimento de modificações operacionais. O compartilhamento de responsabilidades pelo ciclo de vida dos produtos caracteriza-se como uma das inovações, em que a lei considera responsáveis todos os entes envolvidos nestes ciclos de vida. Assim, considera-se o princípio de responsabilidade compartilhada uma novidade da PNRS, pois não é encontrado em leis e normas estaduais e municipais que regulamentam os RS. Este princípio prevê a obrigação “pós-consumo”, a ser interpretada como uma medida centrada na adequação da destinação e disposição dos RS de forma correta (FREIRE, 2010). Desta forma, estimulam-se a produção e o consumo de bens derivados de materiais reciclados e recicláveis.

2.2. Logística Reversa de Pós-consumo

Segundo Brito e Dekker (2003), o conceito de LR foi introduzido na década de 1970, porém, na década de 1960, os termos “canais reversos” e “fluxos reversos” já eram encontrados em trabalhos científicos. Entretanto, segundo Pokharel (2009), apenas na década de 1990, a comunidade científica passou a dar mais importância para a LR. Desde então, várias definições já foram propostas (FLEICHMANN, 1997; TIBBEN-LEMBKE, 1998; FLEICHMANN, 2000; BRITO et al., 2002; BRITO; DEKKER, 2003). De forma geral, tais definições a caracterizam como um conjunto de atividades de planejamento, controle e decisões voltadas ao fluxo de bens, resíduos, materiais ou peças, a montante das redes de suprimentos, ou seja, do consumidor (pontos de uso) ao produtor, com objetivos de revalorização, para ampliação de ciclos de vida e redução de descartes, ou de definição dos locais de descarte adequados para estes materiais.

Segundo Leite (2003), a LR pode ser dividida em pós-consumo e pós-venda. A primeira caracteriza-se por ser posta em prática somente após a finalização do ciclo de vida útil do bem, enquanto a segunda, é efetivada após o material ser definido com pouco ou nenhum uso, o qual, por diferentes motivos, retorna aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta.

No contexto da PNRS, a qual propõe uma readequação das empresas, a LR pode ser caracterizada como uma oportunidade de ganhos de diversas naturezas, à medida que, adequadamente, é planejada e executada. Nesta pesquisa, os esforços concentram-se nos canais de pós-consumo, já que se almeja propor um conjunto de processos padronizados e voltados à destinação final de resíduos de bens ou serviços já consumidos e que podem ser reaproveitados. Assim, essa prática logística operacionaliza o canal reverso, por onde bens usados, danificados, obsoletos ou que, por outro motivo, não representam mais potencial de uso, devem retornar, para reaproveitamento ou descarte adequado (GONTIJO; DIAS, 2014).

De acordo com Betini (2007), a implantação da LR só é viável quando há justificativas econômicas. Porém, segundo Cruz et al. (2013), fica evidente o aumento na competitividade, devido ao dinamismo global, quando práticas de LR são implementadas, pois vários critérios empresariais têm considerado questões ambientais, podendo garantir diferenciação sobre os concorrentes, atingindo melhores resultados e lucros.

Com relação ao processo de LR, a forma como será planejado e controlado, influenciará sua maior ou menor efetividade. De acordo com Camargo et al. (2004), muita atenção deve ser dada aos detalhes do transporte de resíduos, pois por mais que haja inúmeros fatores relacionados, tal operação é de elevada responsabilidade, devido aos riscos à população e ao meio ambiente, definindo-se a necessidade de adequada gestão logística.

Para Almeri et al. (2014), a logística é uma área imprescindível às organizações, pois tem o objetivo de otimizar e controlar os fluxos, onde a eficácia do processo é de extrema importância ao alcance dos resultados almejados. Visando o mesmo objetivo Lacerda (2002) observou alguns dos fatores identificados como críticos e que contribuem positivamente para o desempenho do sistema de LR, expostos no Quadro 1.

De acordo com esse autor, bons controles de entrada são fundamentais à identificação dos resíduos inseridos no processo, pois sistemas que não possuem tal controlador podem causar perdas de eficiência. Já os processos mapeados e formalizados são uma das maiores dificuldades na LR, pela complexidade das etapas envolvidas, constituindo ainda condição fundamental para se viabilizar perspectivas de controles e melhorias. Estudos de Fonseca et al. (2015) e Mota et al. (2015) ratificam tal afirmação, por isso esta constitui uma das principais razões para o desenvolvimento deste artigo.

Quadro 1 – Fatores críticos para a eficiência do processo de LR.

Bons controles de entrada	Processos mapeados e formalizados	Ciclo de tempo reduzido
Sistemas de informação acurados	Rede logística planejada	Relações colaborativas entre clientes e fornecedores

Fonte: Adaptado Lacerda (2002).

Ainda segundo Lacerda (2002), os sistemas de informação acurados são fundamentais para possibilitar o controle da capacidade de rastreamento de retornos, medição de tempos de ciclo e desempenho. Porém, sistemas capazes de lidar com nível de variações e flexibilidade exigidos pelos processos de LR são escassos atualmente. Já no contexto da Rede logística planejada, a LR requer uma infraestrutura adequada, para lidar com os fluxos de entrada de materiais usados e de saída de materiais processados. Instalações centralizadas dedicadas ao recebimento, separação, armazenagem, processamento, embalagem e expedição de materiais podem ser uma boa solução, desde que haja escala. Finalmente, as Relações colaborativas entre clientes e fornecedores podem estimular maior aproximação entre os elos da cadeia, mantendo a comunicação e trazendo benefícios, como a confiabilidade cliente-fornecedor. De forma geral, esses fatores críticos devem ser convertidos em práticas, que tornam o processo de LR viável e lucrativo, além de proporcionar diferenciação empresarial, já que nem todos os empresários se dispõem a investir nesse tipo de atividade.

Após observar todas as possibilidades de exercícios que modificam o destino final dos mencionados bens e o contexto mundial atual, Rocha (2012) cita que, dado o crescimento das quantidades e variedades de bens que vão ao mercado, é necessário dar maior importância à destinação ambientalmente segura dos RS gerados pelo consumo destes bens, além de equacionar melhor os seus retornos, reduzindo seus impactos ao meio ambiente.

2.3. Mapeamento de Processos

No ambiente competitivo atual, os processos logísticos são fundamentais à configuração de estratégias voltadas a criação de valor, já que a logística é tratada como atividade de alcance de diferenciação, melhoria organizacional, vital ao aumento de vantagens competitivas e melhor posicionamento no mercado (STOCK et al., 1999). Logo sua administração eficiente é de suma importância.

Com relação à LR, muitos desafios devem ser enfrentados, pois as características dos materiais retornados são diversas, acarretando a necessidade de soluções específicas. Coleta, transporte, armazenagem, consolidação e processamento industrial são alguns exemplos de operações que exigem diferentes soluções, tornando o atual cenário extremamente complexo. Portanto, a identificação e equacionamento dos aspectos citados, bem como as informações entre os diversos elos das cadeias reversas são vitais à sua eficiência (LEITE, 2014).

De acordo com Gonçalves e Almeida Junior (2012), um dos métodos que possibilita a identificação e análise destes elos é o Mapeamento de Processos (MP) que, em conjunto com ferramentas de avaliação e melhoria de processos, ajuda a programar um ambiente propício ao bom desempenho da atividade produtiva. Nesse contexto, o MP torna-se importante porque permite entender como funcionam seus componentes, além de facilitar a análise de sua eficácia e localização de suas deficiências (OLIVEIRA et al., 2011). Para Leal (2003) apud Lobato e Lima (2010), o MP provê uma estrutura para avaliar de forma simples processos complexos, possibilitando visualização total e identificação de mudanças capazes de provocar grandes impactos, além de áreas e etapas que não agregam valor.

Quanto às técnicas de MP, a literatura apresenta inúmeras, com diferentes enfoques, sendo imprescindível selecionar a mais adequada para cada situação. As principais são:

- a) Mapeamento do fluxo de valor, que é um método de modelagem relativamente simples (utiliza papel e lápis), bastante utilizado para a construção de cenários de manufatura. Esta modelagem leva em consideração fluxos de materiais e informações, e ajuda bastante a visualização da situação atual e a construção da situação futura (BIAZZO, 2000);
- b) Fluxograma de processo, utilizado para se registrar um processo de maneira compacta, por meio de alguns símbolos padronizados (BARNES, 2004);
- c) Mapofluxograma, utilizado para representar o processo em uma planta de edifício ou na própria área em que a atividade se desenvolve (BARNES, 2004);
- d) Diagrama sistemático do *Unified Modeling Language* (UML), criado para desenvolvimento de *software* e adaptado para se modelar sistemas diversos que não somente os de *software* (WILCOX; GURAU, 2003);
- e) *Service Blueprint*, desenvolvida para MP de serviços, diferenciando-se de fluxogramas por considerar a interação com o cliente e as transações que formam o processo de entrega do serviço, inclusive de retaguarda (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2000).

Qualquer que seja a técnica adotada, ao MP executa-se as seguintes etapas (BIAZZO, 2000): Definição das fronteiras, de clientes e de atores envolvidos no fluxo de trabalho; Entrevistas com responsáveis pelas atividades e estudo de documentos disponíveis; Criação do modelo com base na informação adquirida e revisão do modelo segundo a lógica do ciclo.

Pode-se dizer, então, que o MP desempenha o papel essencial de desafiar os processos existentes, com a elaboração de oportunidades de melhoria organizacional ao identificar interfaces críticas e, sobretudo, criar bases para implantação de novas e modernas tecnologias de informação e de integração empresarial. Ele também ganha importância pela sua função de registro e documentação histórica da organização, já que o aprendizado será construído baseado em conhecimentos e experiências passadas, isto é, na memória (VILLELA, 2000).

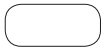









Nesse contexto, uma das primeiras etapas para a avaliação de processos é entender como eles são hierarquizados, a saber (CANDIDO; SILVA; ZUHLKE, 2008):

- a) Macroprocesso: é a identidade da gerência no organograma geral, ou seja, é o nome pelo qual a unidade é conhecida;
- b) Processo: baseado no conceito de gestão de processos é dividido em processos de realização (essência da função da gerência ou motivo ao qual clientes a acionam); de apoio (garantem subsídios ao desenvolvimento do processo de realização); e de gestão (agrupam-se diretrizes referentes à gestão de pessoas e unidade, segundo normas corporativas);
- c) Subprocesso: agrupamento das atividades de assuntos comuns dentro de um processo;
- d) Atividade: seqüências operacionais representadas em forma de fluxogramas.

Neste estudo, a ferramenta definida para o MP foi o Fluxograma, que, segundo Gonçalves e Almeida Junior (2012), é uma técnica utilizada para registrar os processos por meio de símbolos ligados por conexões, com setas que representam o sentido de fluxos. Tais símbolos indicam operação, movimentação, inspeção, espera e estocagem. Milano e Lizarelli (2014) reforçam que o fluxograma promove a articulação visual que facilita compreender toda a cadeia, auxiliando à tomada de decisões de melhorias e avanços aos parceiros envolvidos.

Segundo Batista et al. (2006) apud Lobato e Lima (2010), o fluxograma exige uma seqüência lógica de atividades produtivas constituintes do processo. Este deve ser apresentado com a lista dos símbolos identificadores, na ordem de ocorrência, além da ligação destes por segmentos de reta, que representam os fluxos dos itens considerados. Os fluxogramas podem ser verticais ou horizontais, sendo o primeiro mais usado no estudo de processos produtivos, por ser mais veloz no preenchimento, pois se trata de um formulário impresso padronizado (D'ASCENÇÃO, 2001). O último procura descrever um processo de maneira horizontal, com sua elaboração e leitura feita de modo semelhante à forma como se lê, ou seja, da esquerda para a direita. Na Figura 1, são apresentados os principais símbolos utilizados no fluxograma.

Figura 1 – Principais símbolos utilizados no fluxograma horizontal.

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Terminal		Documento
	Conector		Informação verbal
	Arquivo indefinido		Processamento/ operação
	Arquivo provisório		Circulação documentos informações
	Decisão		Material

Fonte: Adaptado de D'Ascensão (2001).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa, segundo Gil (1991) apud Silva e Menezes (2005), foi considerada do ponto de vista de procedimentos técnicos, uma pesquisa bibliográfica e documental, pois se baseou em material publicado (literatura) e documentos que não receberam tratamento analítico (PNRS). Para alcançar o objetivo proposto, foram consideradas as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica, envolvendo a coleta e análise de textos (livros, artigos, dissertações e teses), considerando a literatura relacionada aos temas LR, PNRS e MP, com vistas a promover o levantamento do estágio atual de pesquisas relacionadas;
- Leitura e análise da PNRS, considerando os tópicos direcionados à LR, com vistas à identificação de pontos de convergência ou divergência entre a literatura e a Lei, no que tange à composição dos processos necessários à LR voltada aos RSU;
- Proposição do mapa de processos de LR, considerando teoria e prática das atividades gerais identificadas na literatura e as diretrizes da PNRS para LR de pós-consumo.

Entrevistas não estruturadas com profissionais diretamente envolvidos na operação e gestão de processos de LR de resíduos de pós-consumo, com o objetivo de verificar a aderência do mapa de processos proposto às práticas atualmente desenvolvidas. Foram considerados catadores e processadores de materiais de associações e cooperativas, e gestores de redes de cooperativas de catadores, elos da cadeia especializados na coleta, tratamento e gestão de RSU gerados na Região Metropolitana de Belém.

4. MAPEAMENTO DE PROCESSOS DE LR E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Buscou-se mapear os processos de forma que o resultado fosse aderente aos levantamentos teóricos acerca da PNRS, LR e MP. O modelo usado foi o fluxograma horizontal pela facilidade de se fazer apropriação por área, permitindo a análise setorial e global do processo (D'ASCENÇÃO, 2001). A partir desse modelo, foi construída uma proposta inicial, que foi submetida à avaliação por profissionais atuantes no setor, com o objetivo de verificar a coerência na inserção dos processos exigidos por Lei frente às práticas de LR relatadas na literatura. Como resultado foram definidos 3 processos que serviram de base para a proposição do mapa, a saber (BRASIL, 2010): Coleta, Processamento e Entrega. É importante ressaltar que ao confrontar algumas das atividades de LR identificadas na Literatura com as recomendações da PNRS, percebeu-se algumas discordâncias (ver Quadro 2), prevalecendo no processo aqui proposto, as recomendações previstas na Lei. Considerando-se a supremacia das recomendações da PNRS, o texto a seguir (tópicos 4.1 a 4.3) procurou descrever mais detalhadamente as atividades que compõem o macroprocesso de LR de pós-consumo proposto neste artigo.

Quadro 2 – Atividades de LR identificadas na Literatura x Atividades de LR recomendadas na PNRS.

Processo	Literatura	PNRS
Coleta	Separação de resíduos realizada na cooperativa (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015).	Separação de resíduos realizada em cada residência (BRASIL, 2010).
Processamento	Separação de resíduos em recicláveis e não recicláveis (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010).	Separação por famílias de materiais recicláveis; Políticas de valorização do produto (BRASIL, 2010).
Entrega	Incertezas quanto à destinação do material já processado, além da disposição final em lixões a céu aberto (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; PRANDINI; D'ALMEIDA, 1995; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015).	Fechar parcerias com empresas para a reutilização dos materiais, além do descarte de maneira ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Fonte: Autores (2016).

4.1. Coleta

Com base na PNRS, sugeriu-se a implementação de ações de educação ambiental (EA) voltadas à separação dos resíduos (reciclável e não reciclável) (BRASIL, 2010), imediatamente após o consumo, estimulando a participação da sociedade no desenvolvimento sustentável, dessa forma o conhecimento que envolve a gestão dos RS também poderá difundido ao longo da cadeia. Por consequência, a atividade de coleta dos resíduos passaria a ser facilitada e com o

tempo reduzido, uma vez que um primeiro processo de separação de resíduos ocorreria nas residências dos consumidores, de forma consciente e fracionada. Nesse contexto, a PNRS define (Capítulo II) a coleta seletiva como de RS previamente segregados, conforme sua constituição ou composição, ou seja, categorizar o lixo de acordo com sua utilidade primeira (eletroeletrônicos, plásticos, vidros, orgânicos etc.). Essa atividade não ocorre atualmente, uma vez que quem faz a separação dos resíduos são os próprios trabalhadores das cooperativas (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015).

Portanto, sugeriu-se que a fase de EA (voltada à separação de RS) inicie, ainda nos pontos de origem (p.ex.: residências) no início da coleta e na fase inicial do processamento. O processo de Planejamento da Coleta viria em seguida, como ação estratégica, para definição dos materiais (ou famílias de materiais) coletados e designação das regiões onde este processo ocorrerá (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010). Na fase de Setup ocorre o deslocamento efetivo de recursos (trabalhadores, máquinas etc.), para regiões próximas (arredores) ou locais mais distantes à instalação de processamento onde será realizada a coleta propriamente dita dos RS (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015). Durante esta fase, devem ser considerados, ainda, equipamentos de proteção individual (EPI) e contenedores, muitas vezes, destinados ao manuseio e acondicionamento de materiais específicos a serem coletados.

É imperativo considerar que os responsáveis pelas atividades aqui consideradas devem ser catadores credenciados e, se possível, bem treinados, sobretudo, em relação às especificidades dos materiais coletados, pois a PNRS, em seu art. 6º do capítulo II, designa a necessidade de integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Dessa forma, ganhos ambientais e sociais serão obtidos paralelamente (BRASIL, 2010).

4.2. Processamento

Com base na PNRS, sugeriu-se que nas instalações de processamento, os resíduos descarregados passem por uma segunda triagem, que objetiva nova separação dos resíduos coletados em suas respectivas famílias, ao invés de simplesmente separar em recicláveis e não recicláveis (BRASIL, 2010). Caso ainda sejam identificados resíduos não recicláveis, estes deverão ser transportados e encaminhados para um local de deposição ambientalmente adequada, após levar em consideração as especificidades de cada elemento. Assim, finaliza-se o ciclo de vida útil do resíduo. Entretanto, se houver possibilidade de reciclagem, o resíduo deve ser separado novamente para, assim, ser encaminhado ao setor onde será processado (agregação de valor) em função de suas características físicas (papel, alumínio, metal, plástico etc.) (BRASIL, 2010). Nesta etapa, é clara e fundamental a importância da capacitação técnica e do desenvolvimento tecnológico dos responsáveis pelos subprocessos, pois é necessário conhecimento mais apurado, no sentido de promover a separação eficiente dos materiais e de definir as tecnologias adequadas para processar todos os resíduos que apresentem potencial de reuso.

Após o processamento, quando existir demanda suficiente, os produtos (resíduos já processados) deverão ser encaminhados para os destinos mais recomendados. Em caso contrário, esses produtos podem ser armazenados (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015), para, a seguir, serem aplicadas políticas de valorização, no sentido de se viabilizar a identificação de suas demandas (BRASIL, 2010). Por fim, estes produtos são agrupados (Consolidação), para posterior entrega (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010). Um bom exemplo de política de valorização seria a organização de feiras de exposição dos produtos nos armazéns, para que as pessoas da região conhecessem esse tipo de material e o local de onde ele se originou, além de promover a disseminação da importância ambiental, social e econômica da instalação. Assim, a implementação de atividades de EA nas comunidades participantes propiciaria, paralelamente à valorização social dos catadores, a venda dos bens gerados a partir da operação de LR (BRASIL, 2010).

4.3. Entrega

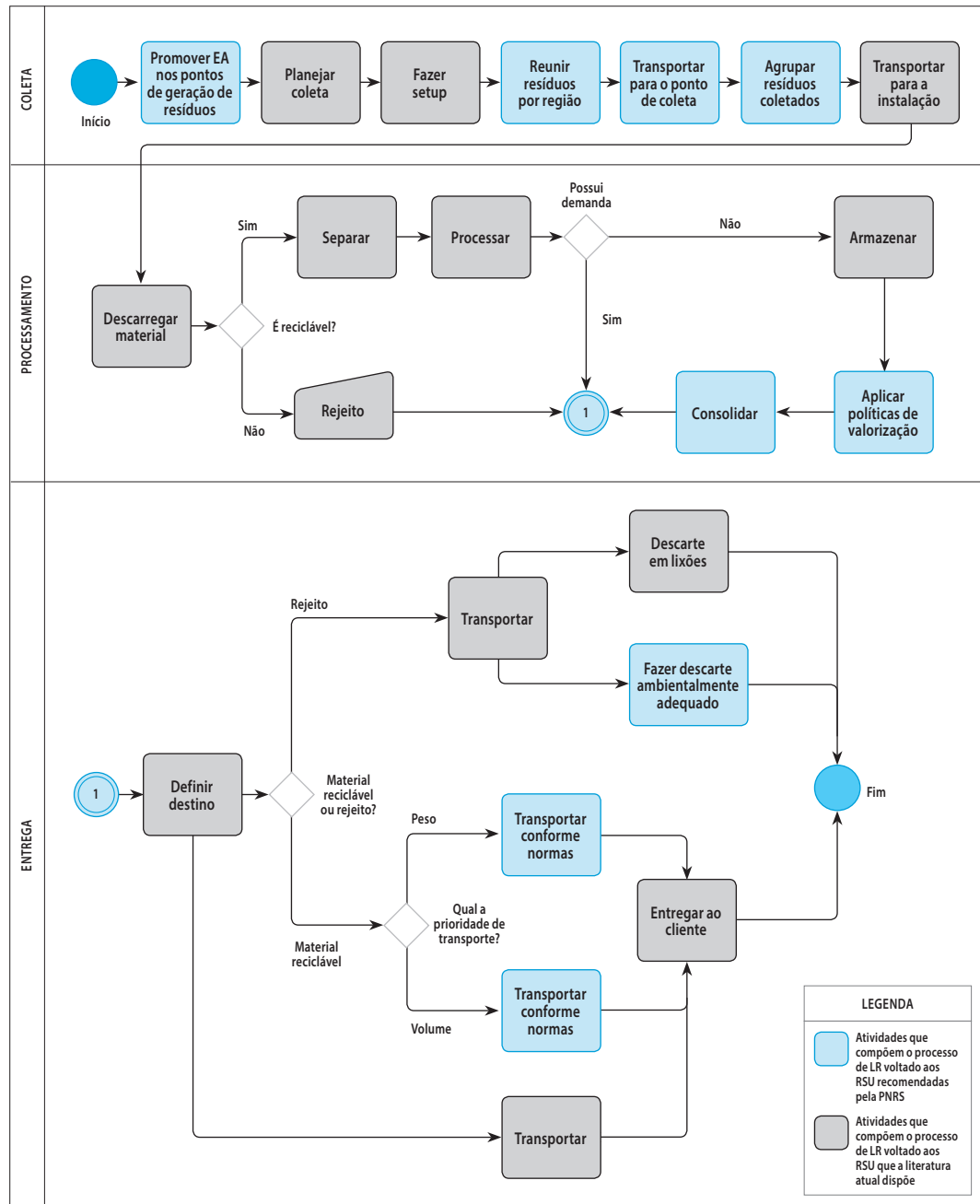
Este processo considera, a partir de informações de demandas na cadeia reversa, a definição de destinos e o transporte dos resíduos sem possibilidade de reaproveitamento, para descarte ambientalmente adequado, e dos resíduos recicláveis já processados, entre os que apresentaram potencial de reuso (BRASIL, 2010). Baseando-se no Art. 3º, Capítulo X da PNRS, o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, tratamento, destinação ou disposição final ambientalmente adequada, devem estar de acordo com plano municipal de gestão integrada de RS ou plano de gerenciamento de RS.

Dessa forma, na fase de entrega, há a decisão de destino, onde deve-se levar em consideração a localização do cliente e, principalmente, se o material exige que o transporte seja escolhido de acordo com sua prioridade, peso ou volume, pois o plano municipal possui regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de RS, observadas nas normas estabelecidas pelos órgãos federais e estaduais, encontradas no Art. 19, capítulo VII (BRASIL, 2010).

Por fim, o produto final (resíduo processado) pode ser entregue ao cliente, compondo, assim, o canal reverso total do resíduo, diferente da destinação ou irregular em lixões a céu aberto, processo este ainda vivenciado em muitos lugares, agravado pelo não cumprimento do Plano Nacional e do Municipal de RS (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; PRANDINI; D'ALMEIDA, 1995; FREIRE, 2010; LOBATO; LIMA 2010; MOTA et al. 2015).

Na Figura 2, as atividades que compõem a proposta de macroprocesso de LR de pós-consumo à luz da PNRS são formalizadas em um mapa de processos, definindo-se uma sequência lógica, organizada, padronizada e abrangente deste processo.

Figura 2 – Proposta de mapa de processos logísticos reversos de resíduos de pós-consumo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo responder qual seria, ainda que de forma genérica, o processo de LR de pós-consumo capaz de oferecer suporte às exigências da PNRS. Por meio do processo teórico proposto, em fluxograma, foi possível definir e formalizar os processos gerais de LR voltados aos resíduos de pós-consumo, ao mesmo tempo, potencializando a proposição de instrumentos de controle e a promoção de melhorias aos processos formalizados na Literatura. Além disso, o mapa proposto apresentou um conjunto padronizado e integrado de atividades, capaz de servir de referência para a operacionalização e proposição de processos de LR. Ressalta-se que a etapa de apreciação do mapa proposto, por profissionais atuantes nos processos considerados, foi fundamental para tanto para ratificar a aderência entre as atividades propostas na Literatura e a prática de LR quanto para avaliar o potencial de implementação das recomendações da PNRS nesse processo.

A partir do desenvolvimento deste estudo, concluiu-se que o tema LR de pós-consumo à luz da PNRS oferece oportunidades para o desenvolvimento de outros trabalhos, semelhantes ou complementares, relacionados a operacionalização e gestão de RSU específicos, implicando em minúcias que complementam os processos apresentados.

Considerar a LR de pós-consumo sob a ótica da PNRS, permitiu ainda concatenar à recuperação de valor econômico e de imagem corporativa, novos conceitos associados à sustentabilidade, como responsabilidade compartilhada e responsabilidade socioambiental, ainda pouco considerados na literatura relacionada.

REFERÊNCIAS

ALBRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Brasil: Grappa Editora e Comunicação, 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

ALMÉRI, T. M.; SILVA, A. C. R.; PEREIRA, L. G. Logística Reversa como Diferencial Competitivo: uma visão sobre conceitos básicos e práticas imprescindíveis a gestão empresarial. **Revista de Administração da Fatea**, v. 7, n. 7, p. 83-97, 2014.

ASSUNÇÃO, L. F. J. Sistema de Gestão Ambiental: Manual Prático para Implementação de SGA e Certificação ISO 14.001/2004. 3. **Revista e Atualizada**, 2011.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

BETINI, D. G.; ICHIHARA, J. A. A logística reversa aplicada ao setor oleiro na região norte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, Foz do Iguaçu. **Anais...** ENEGEP, Foz do Iguaçu: Paraná, 2007.

BLAZZO, S. Approaches to business process analysis: a review. **Business Process Management Journal**, v. 6, n. 2, p.99-112, 2000.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)**. Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25 jul. 2014.

BRITO, M. P.; DEKKER, R. **A Framework for Reverse Logistics**. ERIM report series research in management. 2003. Disponível em: < www.irim.eur.nl>. Acesso: em 10/06/2014.

BRITO, M. P.; FLAPPER, S. D. P.; DEKKER, R. Reverse Logistics: a review of case studies. **Econometric Institute Report**. v. 21, p. 1-32, 2002.

CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. P. R.; PUPPIM, J. A. **Meio Ambiente Brasil: Avanços e obstáculos pós-Rio 92**. Estação Liberdade, 2004.

CANDIDO, R. M.; SILVA, M. T. F. M.; ZUHLKE, R. F. Implantação de gestão por processos: Estudo de caso numa gerência de um centro de pesquisas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2008. **Anais... ENEGEP**, Rio de Janeiro: RJ, 2008.

CRUZ, M. R.; BAGATTINI, L. C.; SILVA, J. E. A.; XAVIER, E.; PARIS, A.; CAMARGO, M. E. Logística Reversa na fabricação de elementos de fricção em indústria da Serra Gaúcha. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 3, n. 8, p. 85-98, 2013.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.

D'ASCENÇÃO, L. C. M. **Organização, Sistemas e Métodos: Análise, Redesenho e Informatização de Processos**. São Paulo: Atlas, 2001.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FONSECA, E. C. C.; BARREIROS, E. C. M.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L.; CARNEIRO, M. P. Evolução dos estudos de logística reversa realizados no contexto nacional: uma análise bibliométrica. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1457-1480, 2015.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J. M.; DEKKER, R.; van der LAAN, E.; VAN NUNEN, J. A. E. E.; VAN WASSENHOVE, L. E. Quantitative models for reverse logistics: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 103, p. 1-17, 1997.

FLEISCHMANN, M.; KRIKKE, H. R.; DEKKER, R.; FLAPPER, S. D. P. A characterization of logistics networks for product recovery. **Omega**, v. 28, p. 653-666, 2000.

FREIRE, T. S. C. **A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Belém: Uma Análise do Gerenciamento e da Possibilidade de Geração de Renda Através da Reciclagem de Resíduos Sólidos (1997/2010)**. 2010, 122 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Pará, Belém, 2010.

GONÇALVES, A. T. P.; ALMEIDA JUNIOR, J. Mapeamento de processos como ferramenta de identificação de fatores de impacto nas paradas não programadas do processo produtivo: estudo de caso em uma fábrica de cerâmica vermelha no estado da Paraíba. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS*, 1, 2012, São Paulo. **Anais... SINGEP**, São Paulo: S.I, 2012.

GONTIJO, F. K.; DIAS, A. M. de Paula. Integrando logística reversa e ecodesign: proposta de um novo Framework. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 2, n. 9, p. 1-15, 2014.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Centro de Estudos em Logística-COPPEAD, p. 3, 2002.

LEAL, F. **Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional**. 224f, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2003.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, P. R. Desafios da Logística Reversa de pós-consumo no Brasil. **Revista Tecnológica**, São Paulo, p.64-67, 2014.

LOBATO, K. C. D.; LIMA, J. P. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 4, p.347-356, 2010.

MILANO, C. B.; LIZARELLI, F. L. Mapeamento da Logística Reversa de pilhas e baterias: estudo de caso de um projeto proposto por uma instituição bancária. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 0, n. 1, p. 115-130, 2013.

MOTA, A. E. A. S.; PINHEIRO, R. F.; SANTOS, T. M.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L. Desafios e oportunidades da Logística Reversa no contexto do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 10, n. 4, p. 55-67, 2015.

OLIVEIRA, D. C.; FERREIRA, A. S.; TAVARES, C. R.; SILVA, P. M. F. Logística reversa no município de Campos-RJ: um estudo de caso. **Perspectiva Online: Ciências exatas e engenharia**, v. 1, n. 1, p. S.I, 2011.

POKHAREL, S.; MUTHA, A. Perspectives in reverse logistics: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, p. 175-182. 2009.

PRANDINI, F. L.; D'ALMEIDA, M. L. O.; JARDIM, N. S.; MANO, V. G. T.; WELLS, C.; CASTRO, A. P.; SCHNEIDER, D. M. O gerenciamento integrado do lixo municipal. *In: D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.* São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE, 1995.

ROCHA, C. I. L. **Análise da Logística Reversa de Pós-consumo de Resíduos do Setor Elétrico:** Um Estudo Aplicado ao Óleo Isolante de Transformadores em uma empresa no estado do Pará. 2012. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. **Revista Atual.** Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2005.

STOCK, G.; GREIS, N. P.; KASARDA, J. D. Logistics, strategy and structure: a conceptual framework. **International journal of physical distribution**, MCB University Press, v. 29, n. 4, p. 224-239, 1999.

TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. **Reverse Logistics Executive Council.** 253p., 1998.

VILLELA, C. S. S. **Mapeamento de Processo como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional.** 2000, 182 f. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2000.

WILCOX, P. A.; GURAU, C. Business modeling with UML: the implementation of CRM systems for online retailing. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 10, n. 3, p.181-191, 2003.

