

Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa

A proposal of functionalities for information systems dedicated to reverse logistics

Marinalva Rodrigues Barboza

Mestra em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP na Universidade Paulista – UNIP, Professora. São Paulo, SP [Brasil]
marinalva_barboza@yahoo.com.br

Ivanir Costa

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo – USP, Pesquisador e Professor do Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento na Universidade Nove de Julho – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]
icosta11@live.com

Rodrigo Franco Gonçalves

Doutor em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, Professor e Pesquisador na Universidade Paulista – UNIP. São Paulo, SP [Brasil]
rofranco@osite.com.br

Resumo

O estímulo ao consumo e o ciclo de vida reduzido dos produtos resultam em descarte precoce de resíduos em grandes volumes. A logística reversa (LR) trata do manejo e do retorno destes descartes ao ponto de origem ou aos canais reversos de redistribuição. Os sistemas de informação (SI) que apoiam a atividade de logística direta não atendem as especificidades da LR, em algumas etapas do processo, como atendem a logística direta. Assim, neste trabalho, objetivou-se apresentar o fluxo operacional da atividade de logística reversa e descrever um conjunto de funcionalidades de SI dedicado a ela. Avaliaram-se as adequações, tais como adaptações e customizações das funcionalidades de SI para logística direta na logística reversa. Considerando-se aspectos da literatura, propõe-se um conjunto de funcionalidades ou funções sistêmicas para atender a LR em todas as suas etapas. Concluiu-se que existe ausência ou escassez de soluções específicas de SI para atender a todo o processo de logística reversa mediante um sistema integrado.

Palavras-chave: Logística direta. Logística reversa. Sistemas de informação. Processo de retorno.

Abstract

The stimulus to consume and the shortened life cycle of products result in early disposal of large volumes of refuse. Reverse logistics is the activity that deals with its management. 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 operational flow of reverse logistics and describe a set of IS features developed for it. The study is based on a survey which evaluated the adequacy of IS features used in direct logistics applied to reverse logistics. Taking into account aspects found through a literature review, we propose a set of features to meet the demands of reverse logistics at all stages of this activity. We concluded that there is scarcity or absence of specific solutions to meet the entire return process through a single, integrated 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 importância da logística é mais ou menos recente, ocorreu principalmente a partir da década de 1950, devido ao êxito da Segunda Guerra Mundial ter sido atribuído às estratégias logísticas. Desde então, houve intensas pesquisas sobre o tema na área acadêmica e cada vez mais demanda no mundo corporativo (BALLOU, 2001).

Neste contexto, a logística reversa seguiu os avanços da logística direta, destacando-se com a escassez de material durante a Segunda Guerra Mundial, pois se criou a necessidade, por exemplo, de reconstruir peças de automóveis. Nesta época, entre 90% e 95% dos alternadores vendidos no mercado eram remanufaturados (ROGER; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

O processo de retorno ganhou ainda mais expressividade nos últimos 20 anos, juntamente com a globalização e com o avanço tecnológico, que promoveram um aumento no consumo de produtos em todo o mundo. Consumir excessivamente impacta de modo direto no volume de descarte, sobretudo de produtos com ciclo de vida curto, como os equipamentos da tecnologia da informação e comunicação (TIC) e os equipamentos eletrônicos. Os resíduos gerados nestes setores 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 logística, contribuem na integração dos processos desta atividade. No entanto, o processo de retorno não tem as mesmas características do processo direto (fluxo que ocorre do ponto de origem ao de consumo), pois há especificidades que requerem ações diferenciadas desde o planejamento até a redistribuição dos produtos. Fatores de incertezas quanto à frequência, ao volume e local de coleta, reduzem os benefícios dos sistemas de informação utilizados para apoiar esta atividade (CHAN et al., 2010).

De acordo com Barboza et al. (2014), a falta de soluções específicas leva as empresas a utilizarem medidas paliativas, ou seja, não específicas para esta atividade, gerando insatisfação com os benefícios oferecidos por elas. Desta forma, funcionalidades desenvolvidas de maneira customizada podem auxiliar nas particularidades desta atividade.

Diante do exposto, neste trabalho, objetivou-se apresentar o fluxo operacional da atividade de logística reversa e descrever as funcionalidades dos SI dedicados a esta atividade.

Neste estudo, para identificar as funcionalidades, levaram-se em consideração os resultados de pesquisas anteriores em conjunto 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: logística reversa (LR) e sistemas da informação para logística reversa e Business Process Management (BPM).

2.1 Logística reversa

A principal definição de logística reversa surgiu nos anos 1990. Roger 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, o estoque em processo, o produto acabado e as informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recuperar o valor gasto na fabricação ou efetuar o descarte apropriado desse produto.

Já Stock (1998), em uma abordagem mais ampla, define a logística reversa baseada no gerenciamento de resíduos, destacando o papel da logística, incluindo 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 LR 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.

A logística reversa é entendida como um processo de mover os produtos do seu ponto de consumo por meio de canais específicos para o ponto de origem para recuperar valor ou para descarte apropriado e seguro, e este retorno pode ser tanto de embalagem como de produtos ou ambos (SCHATTEMAN, 2003).

Dekker et al. (2004) distinguem diferentes tipos de atividades de logística reversa e não utilizam a expressão de Roger e Tibben-Lembke (1998), “ponto de consumo” ou “ponto de origem”, eles empregam o termo “ponto de recuperação”. Desta forma, consideram que se podem 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 alcançar vantagens competitivas ou melhorar a imagem da empresa com questões ambientais podem ser considerados como razões proativas. 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, recondição ou destinação segura. O fluxo de processo é definido na fase planejamento, direcionando as etapas das atividades de retorno, conforme a política definida, tais como frequência e volume de coleta, canais reversos e parceiros envolvidos em cada tipo de tratativa.

2.2 Os sistemas de informação (SI) para logística reversa

Na era da informação, os SI são vitais para gerenciar a cadeia de suprimentos. Stock et al. (2006) acreditam que um processo de retorno eficiente e eficaz não pode ocorrer sem um processo de comunicação bem planejado. Os SI permitem transmissão de informações rápidas e uniformes entre os departamentos internos e externos, entre clientes e fornecedores e órgãos governamentais quando necessário.

O Enterprise Resource Planning (ERP), também conhecido como sistema de gestão integrado, permite a integração dos dados e processos de uma organização em um único sistema. Em geral, os ERPs 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 de informação 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, como, por exemplo, tempo, volume e localização, 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 – pontos de coleta e de redistribuição, entre outras.

Olorunniwo e Li (2010) conduziram uma pesquisa do tipo *survey* com 600 empresas nos Estados Unidos da América (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. Assim, as responsabilidades de pagamento e as taxas de retorno podem ser atribuídas de modo correto e, em geral, quando o processo de retorno é monitorado, a empresa pode reduzir potencialmente os custos com emissões em torno de 30%.

Diante disso, o uso eficaz dos SI pode, de certa forma, transformar as forças existentes em valor na cadeia de suprimentos da empresa, es-

pecialmente se eles forem desenvolvidos visando a atender as especificidades desta atividade, tais como tratativa de retorno, pontos de coleta, canais de distribuição reversa.

2.3 Business Process Management (BPM)

De acordo com Weske (2007), o BPM trata do 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 por meio da melhoria, do gerenciamento e do 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, deve-se focar nos processos essenciais que dependem de cada tipo de empresa (SOUZA NETO; MEDEIROS JUNIOR, 2008; JESTON; 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; MEDEIROS JUNIOR, 2008; SMITH; FINGAR, 2002; WESKE, 2007).

De acordo com a Object Management Group (OMG, 2015):

- BPMN (Business Process Management Notation) é uma notação gráfica que usa um conjunto de símbolos que foram padronizados pela OMG para uso na metodologia de gestão de processos BPM.

- 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 quatro elementos gráficos, a saber: 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).

Vale destacar que o uso da notação BPMN é importante neste trabalho, pois faz parte do método de pesquisa proposto objetivando apresentar de forma visual, utilizando-se um padrão mundial, o conjunto de atividades necessárias para a implementação da logística reversa em uma organização.

3 Método de pesquisa

A proposta de apresentar um conjunto de funcionalidades de SI para a logística reversa surgiu a partir da análise do desenho do processo da operação da atividade de logística reversa e das lacunas obtidas por meio da *survey* de Barboza et al. (2014), sobre a contribuição dos SI para a logística reversa, como mostra a Figura 1.

A origem dos dados apresentados na Figura 1 é apresentada a seguir:

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

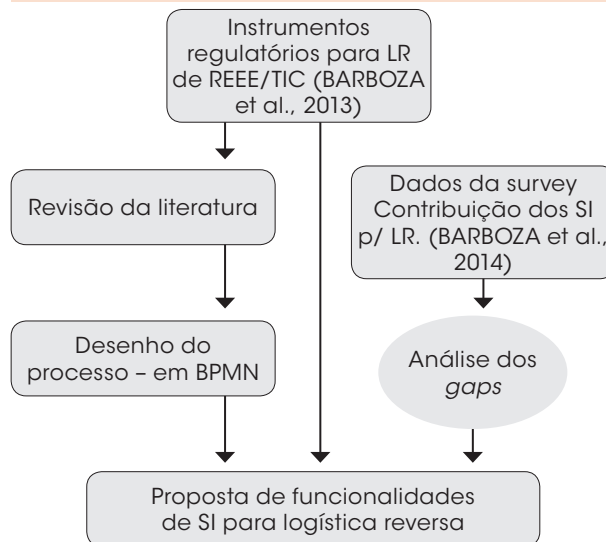


Figura 1: Construção da proposta de funcionalidades de SI para logística reversa

Fonte: Os autores.

- o O desenho do processo operacional da atividade de logística reversa, apresentado em seção específica na Figura 2, mais adiante, foi elaborado com base na revisão da literatura, como segue:
- o 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.

Construído a partir de um estudo de Barboza et al. (2013), sobre os instrumentos regulatórios desenvolvidos para controlar a atividade de logística reversa. O estudo mostra que 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 conformidade, segundo Singleton (2011), os SI podem contribuir para este fim.

Barboza et al. (2013), em uma pesquisa setorial do segmento de resíduos de equipamentos

eletroeletrônicos – REEE, avaliaram instrumentos regulatórios (regulamento, normas, leis, programas, políticas e diretrizes) desenvolvidos para gerenciar o processo de retorno destes resíduos. Os autores fizeram um comparativo destes instrumentos em vigor no Brasil e em outros países com maior incidência deste tipo de resíduo, tais como nos EUA, na China, no Japão e nos Estados-Membros da União Europeia. Os instrumentos regulatórios ajudam a definir o desenho do processo de retorno, de acordo com as obrigações atribuídas a 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*:

Fundamentando a necessidade de desenvolver soluções específicas para atender as necessidades da atividade de logística reversa, o atual estudo traz alguns dados da pesquisa do tipo *survey* realizada por Barboza et al. (2014). A amostra dessa investigação foi composta por 36 empresas de médio e grande porte no estado de São Paulo. Destas, 68% realizam algum processo de retorno, e 56% delas o fazem de forma automatizada, ou seja, com auxílio de algum sistema de informação. No entanto, para 79% as soluções utilizadas na gestão do processo de retorno atendem parcialmente suas necessidades, uma vez que algumas atividades são realizadas de forma manual.

Levando-se em conta 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%, o item integração, entre outros processos, não atende ou atende com restrição.

Por fim, 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 organizações que gerenciam a logística reversa totalmente manual, 42% mencionam a falta de ferramenta que atenda as necessidades específicas desta atividade.

Estes índices corroboram a ideia de Stock et al. (2006) que afirma que a quantidade de ferramentas e sistemas específicos para gerenciamento das atividades de logística reversa é restrita ou nenhuma.

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 quatro etapas, são elas: planejamento, coleta e separação, reprocessamento e redistribuição.

- Planejamento: nesta fase, elabora-se o planejamento do processo e da cadeia de produção e o projeto da operação de retorno, no qual se define o que será coletado e quem serão os envolvidos no processo. Estas definições podem ocorrer por iniciativas estratégicas da empresa ou em atendimento às legislações em vigor para o tipo de produto que ela trabalha. Na diretiva Restriction of Hazardous Substances – RoHS/2002/95, por exemplo, 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 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. O consumidor paga a taxa de reciclagem, e o fabricante fica responsável pela coleta (HONDA, 2010).

- **Reprocessamento:** os produtos retornados podem estar em diversos estágios, necessitando de recondicionamento (restaurações) ou de remanufatura (reparos e manutenção), processo este que envolve atividades de recebimento, armazenagem, gestão de estoque e venda denominado remanufatura reversa (XAVIER; 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. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (2010), esta etapa consiste também em reciclagem, incineração ou disposição final (aterro).

5 Proposta de 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, neste trabalho, propõe-se um conjunto de funcionalidades de sistemas de informações dedicados à logística reversa, apresentado na Tabela 1, a seguir.

6 Análise e discussão

O diagrama do processo apresentado por meio do BPMN (Figura 2), e sugerido levando-se em conta as propostas dos autores referenciados na Tabela 1, permite identificar as possibilidades de retorno a partir da venda do produto ou do descarte do produto. Ao contrário da logística direta, no qual é possível realizar um planejamento e ações mais precisas e acuradas, no que diz respeito aos clientes-alvo, frequência e volume. Esta combinação de fatores potencializa os benefícios dos SI no gerenciamento e controle dos processos logísticos diretos, ou seja, aquele que ocorre do ponto de origem ao ponto de consumo.

As funções dos sistemas de informação sugeridas por meio da proposta de funcionalidades apresentada na Tabela 1 são aplicadas especialmente nas atividades de logística reversa e visam a atender as necessidades específicas desta atividade, não atendidas pelos SI, quando utilizados nas atividades de logística direta, conforme revisão bibliográfica destacada na coluna Justificativa da Tabela 1.

Embora a proposta de funcionalidades contemple as principais etapas da operação de um processo de logística reversa apresentadas na Figura 2, nesta proposta, considera-se um processo de logística reversa abrangente e de forma

Tabela 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 a atender a função de reprocessamento (XAVIER; CORRÊA, 2013).
Cadastro de parceiros	Cadastro de parceiros	Este módulo permite a inclusão, edição, exclusão e consulta de parceiros selecionados para capacitação, que podem apoiar nos processos de recondicionamento, remanufatura, reciclagem e reparo, quando for viável a terceirização.	Planejamento da cadeia	Materiais/Logística	Objetiva atender a função de capacitação de parceiros (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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 a atender a função de material x pontos de coleta e a função de redistribuição (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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	Destinado à triagem de materiais (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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 a atender a função de realização de testes (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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	Objetiva atender a função de redistribuição e vendas (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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 prevê a capacitação de parceiros envolvidos na logística reversa. Vale destacar que 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 et al. (2014), a pesquisa/survey mostrou 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, tais como o regime Extended Producer Responsibility (EPR), nos Estados-Membros da União Europeia (UE) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no Brasil. (BARBOZA et al., 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 prevê o controle dos itens armazenados para melhor gerenciamento dos itens retornados e atendimento a fase de redistribuição (XAVIER; CORRÊA, 2013).
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 et al., 2014).
Sistema de gestão da qualidade (SGQ)	Relatórios de conformidade	Este módulo permite a emissão de relatórios de conformidade ou Relatório de não Conformidade (RNC), após a fase de testes, considerando os 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 et al., 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 et al. (2002), os SI têm deficiência em distinguir entre diferentes <i>status</i> de retorno, se serão para desmontagem, descarte, reparo, reuso ou devolução de estoque.

Fonte: Os autores.

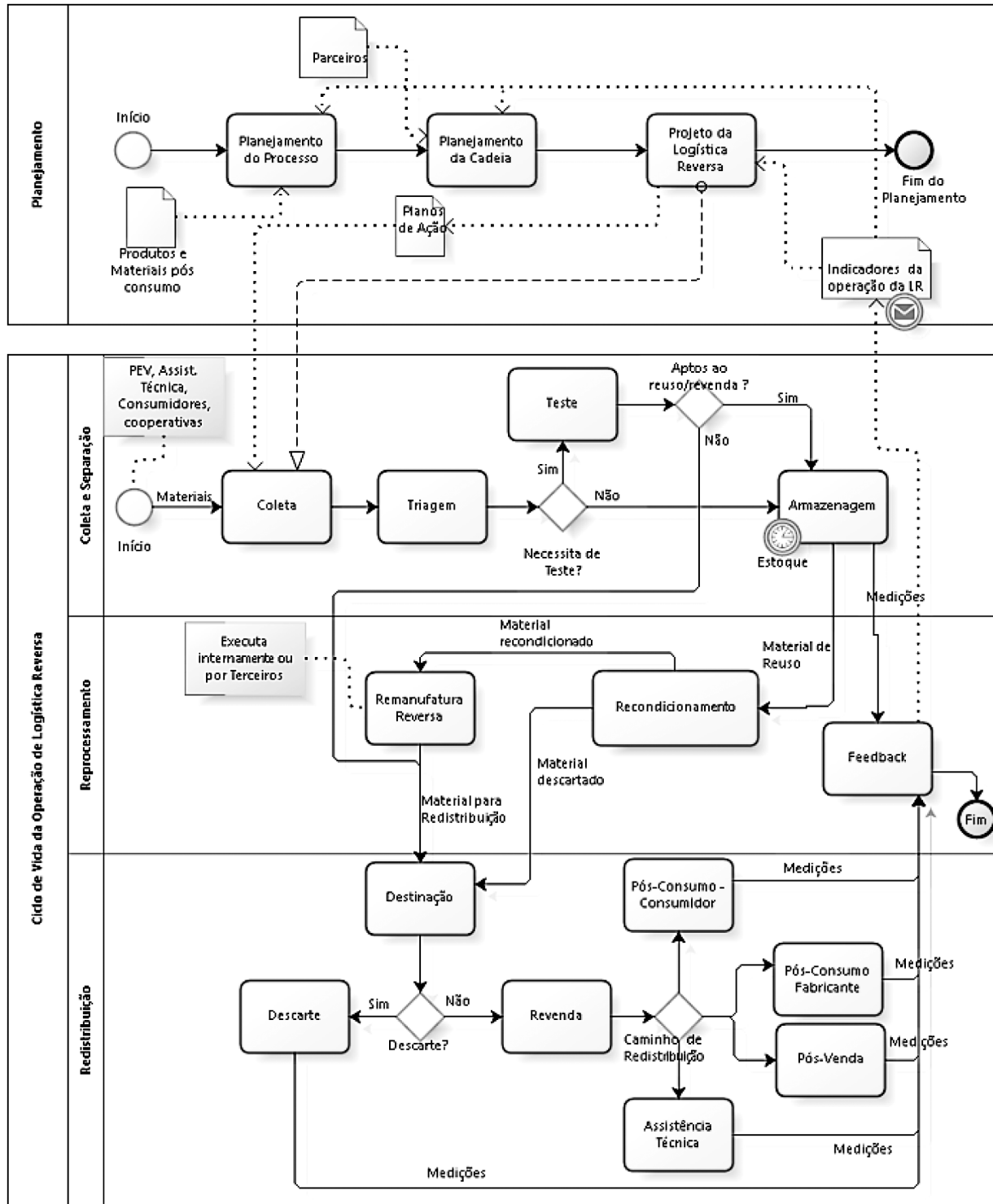


Figura 2: Processo da operação da atividade de logística reversa

Fonte: Os autores.

generalizada, ou seja, não é um estudo setorial. Havendo, portanto, necessidade de revisão para aplicação em setor específico.

Esta limitação ocorre especialmente pelo fato de haver possibilidade de legislações exclusivas por segmento, como, por exemplo, as do segmento

de lixo eletrônico, foco de estudo da ONU/UNEP, apresentado na revisão de literatura da logística reversa. Neste caso, as funcionalidades apresentadas na Tabela 1 poderão necessitar de adaptação, especialmente no módulo de funções de “relatórios de conformidade” referido nessa tabela.

Dependendo do motivo do retorno (reparo, reciclagem, reuso) ou do fluxo de processo (se volta do ponto de coleta para a empresa revender ou se vai para empresas de reciclagem ou destinação final) alguns módulos podem não ser necessários. Como por exemplo, o módulo de vendas /revenda e o de controle de estoque, por não haver tais atividades no processo.

7 Conclusão

O estudo mostra que, embora com limitação dada a dificuldade de prever todas as particularidades de processos de logística reversa, é possível atender as especificidades de suas funcionalidades quando utilizados tais processos nessa atividade, desde que desenvolvidos especificamente para esta finalidade. O desenvolvimento destas ferramentas específicas faz-se necessário devido à escassez de soluções no mercado, ocasionada pela complexidade nessa atividade em se planejar tempo, localidade e quantidade dos resíduos a ser retornados, como apresentado na revisão de literatura do atual estudo.

Como sequência deste trabalho, propõe-se um levantamento de requisitos de negócio e de sistemas 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. et al. Logística reversa de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação: uma avaliação comparativa da legislação e programas. *Revista Espacios*, v. 34, n. 12, p. 13, 2013.

BARBOZA, M. R. et al. A contribuição dos Sistemas de Informação Gerencial para logística reversa: uma pesquisa Survey. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. AS DEMANDAS DE INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA PARA O CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO. 21., 2014, Bauru. *Anais...* Bauru, SP: SIMPEP.

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*, v. 39, n. 3, p. 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: Hong Kong Polytechnic University, 2010.

CORONADO, O. *Logística integrada: modelo de gestão*. São Paulo: Atlas, 2007.

DEKKER, R. (Ed.). *Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains*. London: Springer, 2004. p. 3-27.

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> (2013). Acesso em: 23 jan. 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 mar. 2015.

FLEISCHMANN, M. B. et al. Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research, Elsevier*, v. 103, n. 1, p. 1-17, Nov., 1997.

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

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

JESTON, J.; NELIS, J. *Business process management: practical guideline to successful implementation*. EUA: Elsevier, 2006.

KOKKINAKI, A. I. et al. Business model of reverse logistics: Contributions and challenges. In: IEE COMPUTER SOCIETY (ITCC): INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, 2002, Nevada, USA, *Proceedings...* Nevada, USA: IEEE, 2002. p. 470-476.

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

OLORUNNIWO, F. O, LI, X. Information sharing and collaboration practices in reverse logistics. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 15, n. 6, p.454-462, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13598541011080437>>. Acesso em: 9 maio 2015.

OMG – Object Management Group. 2015. Disponível em: <<http://www.omg.org>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Lei n. 12.305/10 do Ministério do Meio Ambiente*, Governo Federal do Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 1º mar. 2015.

ROGER, S. D; TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Nevada: Reverse Logistics Executive Council, 1998. p. 2-33.

SCHATTEMAN, O. Reverse logistics. In: GATTORNA, J.; OGULIN, R.; REYNOLDS M. W. (Ed.). *Gower handbook of supply chain management*. Hampshire: Gower Publishing Ltd., 2003. p. 267.

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: 2 maio 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*, p. 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.

Recebido em 22 maio 2015 / aprovado em 30 set. 2015

Para referenciar este texto

BARBOZA, M. R.; COSTA, I; GONÇALVES, R. F. Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 251-261, 2015.

