

Modelo Integrado de Gerenciamento da Logística Reversa para a Disposição dos Produtos Eletroeletrônicos e Seus Componentes sob a ótica da Pnrs

Prof. Dr. Reinaldo Fagundes Dos Santos
reinaldof@cis-erp.com.br
UNESP

Prof. PhD Fernando Augusto Silva Marins
fmarins@feg.unesp.br
UNESP

Resumo: Em Agosto de 2010, foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Ela apresenta inovações como a logística reversa, que determina que fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores realizem o recolhimento de embalagens usadas. Qual a real dificuldade para o atendimento da PNRS pelas empresas em geral? O objetivo deste artigo é propor um modelo de gestão, utilizando a TIC e WEB, de forma a ajudar na integração de todas as camadas da Cadeia de Suprimentos dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes. A pesquisa é de natureza aplicada, com uma abordagem qualitativa e, após uma análise crítica da PNRS, foi fundamentada em uma pesquisa bibliográfica envolvendo o estado da arte da Gestão da Cadeia de Suprimentos, da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e a evolução de seus sistemas ERPs. A possível aplicação do modelo proposto, na cadeia de suprimentos das empresas fabricantes e importadoras de produtos eletroeletrônicos, apontam para um resultado que através da proteção do meio ambiente e de interação direta com o consumidor final poderá gerar vantagem competitiva e mitigar perdas vindas de multas e infrações. Novos trabalhos científicos podem e devem abrir novas oportunidades, aprimorando seu desempenho e ampliando o leque de aplicação.

Palavras Chave: Logística Reversa - PNRS - Tecn. da Inf. e Com. - ERP de 3a. geração - Mod.

1. INTRODUÇÃO

Em Agosto de 2010, foi sancionada pelo Presidente do Brasil a lei referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei é o marco regulatório na área de resíduos sólidos, ela faz a distinção entre o lixo que pode ser reciclado e o que não é passível de reaproveitamento. Siena (2008) aponta a redução na geração de resíduos sólidos como um dos aspectos potenciais para avaliação da sustentabilidade.

Qual a real dificuldade para o atendimento da PNRS pelas empresas em geral?

1.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA EM ESTUDO

A PNRS apresenta inovações como a logística reversa, que determina que fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores realizem o recolhimento de embalagens usadas. Foram incluídos nesse sistema produtos como, agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, todos os tipos de lâmpadas e eletroeletrônicos.

Brümmer (2014) resume alguns objetivos e a proposta da PNRS, que são sumarizados a seguir:

- Ela tem como objetivo a não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. Redução do uso dos recursos naturais (água e energia, por exemplo) no processo de produção de novos produtos, intensificação de ações de educação ambiental, aumento da reciclagem no país, promoção da inclusão social através da geração de emprego e renda de catadores de materiais recicláveis.

- Sua proposta é instituir o princípio de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Ou seja, propõe atribuições compartilhadas, tanto das instituições públicas como das particulares, como também da sociedade em geral. Um dos pontos fundamentais da PNRS é a chamada logística reversa, que se constitui em um conjunto de ações para facilitar o retorno dos resíduos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos.

Dentre os grandes desafios impostos pela PNRS às empresas manufactureiras se destacam os parágrafos terceiro, quarto, quinto, sexto e oitavo do artigo trigésimo terceiro que trata do retorno de agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; de pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Nestes parágrafos ficou instituído que:

- “cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes [...] tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo”;
- “Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes e distribuidores, dos produtos e das embalagens...”;
- “Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens...”;
- “Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada...”;
- “Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades, informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade”.

A instabilidade dos mercados e a intensa competição entre as empresas vêm se tornando um grande desafio para a gestão empresarial (HILSDORF, ROTONDARO, e PIRES, 2009). O maior desafio que as empresas têm enfrentado, para atender a PNRS e manter uma posição competitiva nos negócios, é estabelecer uma ligação entre consumidor final, clientes e fornecedores de forma a rastrear seus produtos ao longo da cadeia de suprimentos. Apesar da quebra de paradigmas desta nova geração de ERPs, de terceira geração, para melhorar o gerenciamento da cadeia de suprimentos, seu uso ainda é limitado devido à necessidade da quebra de paradigmas que envolvem o uso de dados confidenciais na Internet. Muitas empresas preferem manter o uso do ERP tradicional que são baseados na forma com que os negócios foram estruturados nas últimas duas décadas.

1.2. RELEVÂNCIA DO ASSUNTO

Um investimento na implantação dos atuais modelos de Sistemas de Gestão é substancial e acaba desviando esforços de áreas que realmente importam na empresa. O uso da nova geração de ERPs, de terceira geração, não só ajudaria no atendimento da legislação, mas também poderia permitir a otimização dos recursos da empresa, tais como tempo, financeiro e funcionários. Com isso pode-se observar que o sistema ERP que era inicialmente um tipo de sistema produzido por renomadas empresas de software e utilizado apenas por grandes empresas passou, há alguns anos a migrar sua atenção para empresas menores (SEBRAE, 2008).

“A revolução da tecnologia da informação é um evento histórico, pois introduziu um padrão de descontinuidade nas bases materiais da economia, sociedade e cultura” (NOVAES, 2004, p. 802). Na atualidade, devido à tecnologia da comunicação vive-se um momento histórico na tecnologia da Informação. Os sistemas de informações ligadas através de hipermídia (WEB), mais especificamente os *Web-Services* estão mudando radicalmente o cotidiano das pessoas e a maneira das empresas trabalharem. A Internet de alta velocidade (banda larga) está disponível em grande parte das empresas de pequeno porte e na maioria das empresas de médio porte, o que, ajuda na inclusão destas empresas no mundo da comunicação digital, viabilizando a implementação de sistemas de comunicação eletrônica.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral deste artigo é propor um modelo de gestão, utilizando a TIC e WEB, de forma a ajudar na integração de todas as camadas da Cadeia de Suprimentos dos produtos pertencentes ao artigo trigésimo terceiro da PNRS e mais especificamente os produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Para consecução deste objetivo foram estabelecidos alguns objetivos específicos:

- Revisão bibliográfica envolvendo o estado da arte da Gestão da Cadeia de Suprimentos, suas definições e objetivos, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e a evolução de seus sistemas, desde os ERPs tradicionais, seguido dos ERPs de segunda geração até as novas configurações denominadas ERPs de terceira geração;
- Propor um modelo integrado de gerenciamento da logística reversa para a disposição dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes em final de vida.

1.4. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho procura apresentar uma visão bem delimitada quanto a sua abordagem. O primeiro limite colocado é sobre o estudo ser direcionado à PNRS, um segundo limite se refere ao estudo da logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes e, um

terceiro limite se refere ao modelo se limitar ao uso da WEB integrada aos ERPs de terceira geração.

1.5. PROPOSTA METODOLÓGICA

Para atender os objetivos deste trabalho, a metodologia de pesquisa utilizada foi estruturada sobre quatro pilares: quanto a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos representados na Figura 1.

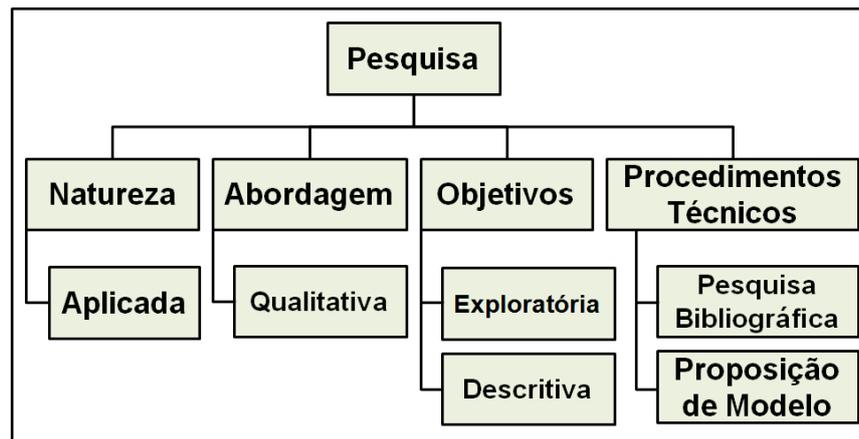


Figura 1 – Proposta Metodológica. Fonte: adaptada de Santos (2010)

1.5.1. NATUREZA DA PESQUISA

Optou-se por um trabalho de natureza aplicada que, de acordo com Fulgencio (2007) a pesquisa aplicada é uma investigação original concebida pelo interesse em adquirir novos conhecimentos. É, entretanto, primordialmente dirigida em função de um objetivo prático específico.

Ainda para Fulgencio (2007) a pesquisa aplicada é realizada para determinar os possíveis usos para as descobertas da pesquisa básica, para definir novos métodos ou definir maneiras de alcançar certo objetivo específico e pré-determinado.

1.5.2. ABORDAGEM DA PESQUISA

O artigo terá uma abordagem qualitativa que segundo Gressler (2004), essa abordagem é utilizada quando se busca descrever a complexidade de determinado problema, não envolvendo manipulação de variáveis e estudos experimentais. Dentro de tal conceito amplo, os dados qualitativos incluem também informações não expressas em palavras, tais como pinturas, fotografias, desenhos e filmes. Sendo assim de acordo com Malhotra (2004) a pesquisa qualitativa proporciona melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e, normalmente, aplica alguma forma da análise estatística.

1.5.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

Optou-se como objetivo por uma pesquisa exploratória e descritiva para o desenvolvimento deste trabalho conforme, Santos e Caneloro (2006) as pesquisas de delineamento descritivo-exploratório têm o objetivo fundamental de proporcionar ampla visão sobre o tema selecionado, sendo uma pesquisa exploratória, não requer a coleta de dados.

1.5.4. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

Para os procedimentos técnicos, optou-se inicialmente por uma pesquisa bibliográfica seguida de uma proposição de modelo de gerenciamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta Seção faz uma breve explanação sobre o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, suas definições e objetivos, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e a evolução de seus sistemas, desde os ERPs tradicionais, seguido dos ERPs de segunda geração até as novas configurações denominadas ERPs de terceira geração.

2.1. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (SCM)

O ambiente vivenciado atualmente pelas empresas exige a integração de toda cadeia de suprimentos através do seu gerenciamento, que abrange todo o fluxo de transformação do produto (SANTOS e FORCELLINI, 2012). Sellitto e Mendes (2006) complementam afirmando que a SCM não deve apenas focar processos logísticos, mas sim todos os processos de negócios relacionados aos requisitos dos clientes finais. Assim, o SCM pode ser considerado um importante modelo para alcançar vantagens competitivas, tendo como objetivo adicionar valor na visão dos clientes e demais *stakeholders* (MELO; ALCÂNTARA, 2011) incluindo a logística reversa dos produtos e embalagens impostas pela PNRs.

Neste artigo a Cadeia de Suprimentos se ramifica desde o consumidor final até a matéria-prima básica, porém seu gerenciamento ocorre somente a partir de uma empresa denominada “Empresa Focal”, representado na Figura 2.

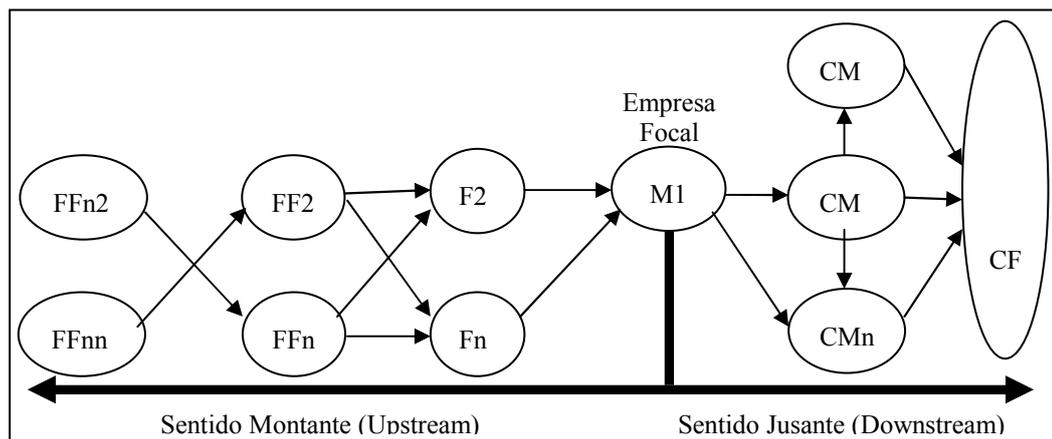


Figura 2 – Cadeia de Suprimentos da Empresa Focal. Fonte: Adaptado de Santos (2010).

A gestão adequada da rede permite uma produção otimizada para oferecer ao cliente final o produto certo, na quantidade certa. O objetivo é reduzir os custos ao longo da cadeia, levando sempre em conta as exigências do cliente (COELHO, 2010).

Para que isso aconteça, existem diversas ferramentas que facilitam o gerenciamento da cadeia de suprimentos. A TI (Tecnologia da Informação) é forte aliada do gerenciamento da cadeia de suprimentos, por que consegue integrar em tempo real todas as partes do processo. Nos últimos anos ela se fortaleceu muito, contudo para que haja rapidez e segurança nas relações se faz necessária a utilização de várias ferramentas e softwares de apoio como os ERPs (GONÇALVES, 2009).

2.1.1. GESTÃO DOS PROCESSOS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Nos anos 80 e 90 as organizações manufatureiras concentraram esforços na mudança de gestão departamental para a gestão por processos. No final da década de 90 surgiu um novo paradigma onde, os processos de negócio se tornaram os processos da cadeia de suprimentos e não mais somente da organização.

A mudança da gestão individual para o gerenciamento das relações entre os membros

da SCM é requerida visando à integração dos processos de negócio na cadeia de suprimentos, criando um sistema de valor (SANTOS; FORCELLINI, 2012). Diante desta necessidade de integração, Martins (2011) enaltece o modelo de Cooper, Lambert e Pagh (1998), que apresenta três elementos: os processos de negócio, o gerenciamento dos componentes e a estrutura da cadeia de suprimentos. Lambert (2010) afirma que os oito macro-processos de negócio, apresentados na Figura 3, correspondem a um longo processo de desenvolvimento do próprio autor, iniciado em 1992. Destes processos, a gestão do relacionamento com o cliente e a gestão da demanda tem sido considerada como o cerne para uma eficiente gestão a cadeia de suprimentos.

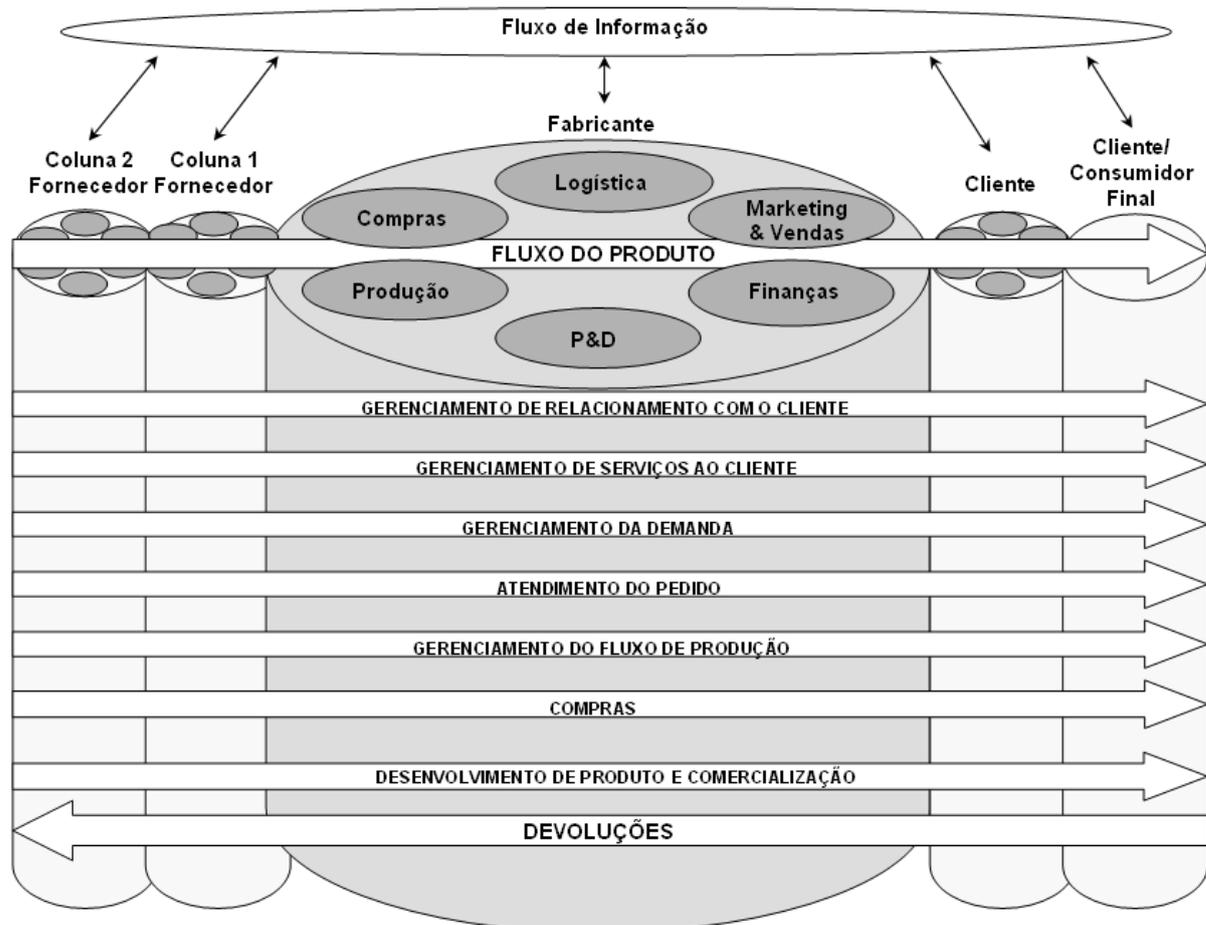


Figura 3 – SCM: Integrando e Gerenciando os Processos de Negócio através da Cadeia de Suprimentos.
Fonte: Adaptado de Cooper, Lambert e Pagh (1998).

2.1.2. GESTÃO DO RELACIONAMENTO COM OS CLIENTES

Para Ballou (2006), a dependência entre organizações reflete a diferença de poder entre elas, pois uma organização tem mais ou menos poder, em relação às outras, à medida que controla os recursos necessários pelas outras ou reduz sua própria dependência, por meio do controle dos recursos. O poder exercido na cadeia de suprimentos sofre mutações ao longo do tempo onde, na década passada, boa parte do poder passou dos fabricantes para os varejistas, em função do exercício o de preferência do consumidor.

As indústrias são afetadas por diversos riscos de desabastecimento e interrupção que podem incorrer de várias formas e serem influenciados por diversos fatores. Estes fatores variam desde uma instabilidade geopolítica em uma região fornecedora até fatores mais localizados como as greves nos fornecedores, no entanto, o risco de desabastecimento está

normalmente relacionado ao poder exercido na cadeia e, conseqüentemente, ao processo de gestão de relacionamento.

2.1.3. SUSTENTABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Lages, Lages e França (2010), o termo desenvolvimento sustentável nasceu durante a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU em dezembro de 1983, e a publicação do relatório final – conhecido como Relatório de *Brundtland* – em 1987. Define-se por Desenvolvimento Sustentável um modelo econômico, político, social, cultural e ambiental equilibrado, que satisfaça as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades (CATALISA, 2010).

Nas empresas manufatureiras, após o reconhecimento da qualidade como gerador de vantagens competitivas, foram criados sistemas de gestão para atender a outras questões importantes, tais como o meio ambiente (PEREIRA; CRUZ, 2007). A atuação mais integrada das cadeias de suprimentos pode favorecer a gestão ambiental e proporcionar oportunidades importantes para o desenvolvimento de negócios alinhado com a sustentabilidade (PEDROSO; SWICKER, 2007).

Triple Bottom Line - 3BL

Para Oliveira et al.(2012), um negócio deve ser avaliado não somente com relação aos resultados financeiros, mas também diante do seu impacto sobre a economia como um todo, da consciência ambiental e da responsabilidade social, que correspondem aos três pilares do 3BL. Kleindorfer, Singhal e Wassenhove (2005) destacam que um dos sintomas da atual pressão pela sustentabilidade é o movimento 3BL relativo à relação entre o lucro, as pessoas e o planeta atuando na cultura, estratégia e operação das empresas.

Para Lages, Lages e França (2010), as iniciativas do *Triple Bottom Line* devem estar alinhadas com as diretrizes estratégicas das organizações para garantir uma implementação eficaz nas três dimensões básicas da sustentabilidade: econômica, ambiental e social. As organizações que adotarem o conceito e as práticas do *Triple Bottom Line*, ilustrado na Figura 4, tendem a ter uma gestão mais consciente e uma maior clareza quanto à própria missão (LAGES; LAGES; FRANÇA, 2010).

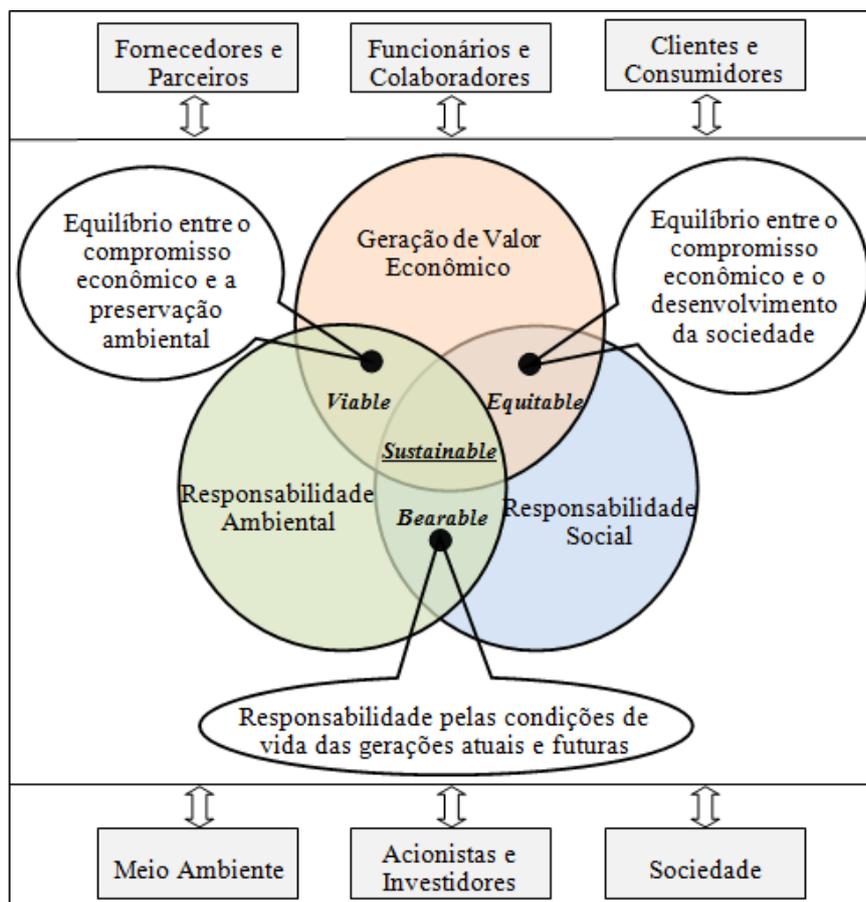


Figura 4 – Ilustração do 3BL (*Triple Bottom Line*).

Fonte: Adaptado de: Pedroso e Swicker (2007); Lages, Lages e França (2010).

2.2. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC

Segundo Pires (2009), o desenvolvimento da TIC – tecnologia da informação e comunicação – ganhou força desde 1990 até os dias atuais e com a internet está se tornando algo revolucionário. Santos (2010) afirma que a evolução e o aprimoramento dos modelos de SCM demandaram um consequente aumento da necessidade em se utilizar os sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como suporte às suas operações.

A Tecnologia da Informação (TI) tem mostrado sua importância na geração de benefícios em termos de eficiência, e transformação, atingindo indivíduos, unidades funcionais e a organização como um todo. A evolução da TI foi além da automação, provocando implicações organizacionais e proporcionando às pessoas informações mais corretas, base para o aperfeiçoamento do processo decisório e desenvolvimento de produtos e serviços. A TI assume papel relevante como fonte de vantagem competitiva não só por facilitar a decisão e ação dos gestores, mas também por agregar valor aos produtos e serviços da organização.

2.2.1. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

Antes da introdução dos sistemas computacionais na produção, as técnicas de administração eram manuais, penosas e lentas. O avanço da tecnologia de informação permitiu a utilização de sistemas computacionais por parte das empresas para suportar suas atividades. Geralmente, em cada empresa, vários sistemas foram desenvolvidos para atender aos requisitos específicos de suas diversas unidades de negócio, plantas, departamentos e

escritórios. A informação ficava dividida entre os diferentes sistemas. Os principais problemas dessa fragmentação da informação eram relacionados à dificuldade de conciliar as informações e a inconsistência de dados redundantes armazenados em mais de um sistema.

MRP (*Material Requirements Planning*)

MRP é a sigla de *Material Requirement Planning*, que pode ser traduzido por planejamento das necessidades de materiais, ele surgiu nos anos 70 e atendia somente às necessidades de materiais. MRP é um sistema computadorizado de controle de inventário e produção que otimiza a gestão de forma a minimizar os custos, mas mantendo os níveis dos materiais adequados e necessários para os processos produtivos da empresa.

A partir dos anos 80 os sistemas e conceitos do planejamento de materiais foram expandidos e integrados a outras partes da empresa. Com esta versão ampliada do MRP, surgiu o MRP II (SANTOS, 2010).

MRP II (*Manufacturing Resources Planning*)

O MRPII funciona de forma integrada na cadeia de suprimento, uma vez que a previsão de demanda é fundamental, tornando-se um grande diferencial sobre o MRP que trata apenas de ressurgimento de materiais. A capacidade é outro upgrade obtido com o MRPII, ou seja, o MRPII leva em consideração a capacidade da planta, equipamentos, instalações e mão-de-obra disponível, gerando uma necessidade de material, ou seja, matéria prima e produto acabado (SANTOS, 2010).

ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Nos anos 90 surge o ERP que é um sistema que sincroniza, integra e controla em tempo real os processos de uma empresa pelo emprego de tecnologia de informação avançada e que foi concebido dentro do conceito de um Sistema de Informação único para toda empresa.

2.2.2. INTERNET

A Internet nasceu em 1969, sob o nome de ARPANET, resultado de um projeto de interconexão dos computadores de instituições de pesquisa, de ensino e governamentais. Em 1994 surgiu a Netscape, que expandiu o acesso ao e-commerce e serviu de precedente para o desenvolvimento de software de baixo custo aos consumidores (SILVA FILHO, 2000).

B2B (*Business to Business*)

B2B é uma forma popular de representar a expressão *Business to Business*, que se refere à realização de negócios entre duas empresas através da internet (SANTOS 2010). Mason et al. (2003) afirmam que o comércio eletrônico integrado ao B2B mudou o modo de operação nas SC (*Supply Chain*).

Segurança

Segundo Scavarda, Ribeiro e Batalha citados por Santos (2010), segurança é um dos aspectos fundamentais da TI e são definidas como: confidencialidade, integridade e disponibilidade.

2.3. ERP

Nos anos 90 ocorreu o surgimento dos sistemas ERPs no mercado de soluções corporativas de informática. Entre as explicações para esse fenômeno, estão as pressões competitivas sofridas pelas empresas, que as obrigaram a buscar alternativas para a redução de custos e diferenciação de produtos e serviços. Em função desse contexto, as empresas foram forçadas a rever seus processos e sua maneira de trabalhar e reconheceram a necessidade de coordenar melhor suas atividades dentro da sua cadeia de valor para eliminar desperdícios de

recursos, reduzindo o custo e melhorando o tempo de resposta às mudanças das necessidades do mercado.

2.3.1. ERP DE PRIMEIRA GERAÇÃO

O ERP de primeira geração surgiu para automatizar processos chave de administração. Um modelo desktop que dava basicamente suporte para transações rotineiras e era insuperável sua capacidade de gerenciar atividades administrativas como: folha de pagamentos, estoque e processamento de pedidos. No entanto ele não dava o suporte no planejamento contínuo da cadeia de suprimentos.

2.3.2. ERP DE SEGUNDA GERAÇÃO - APS

Segundo Teixeira Jr. (2009) os softwares APS (*Advantage Planning and Scheduling*) são sistemas de apoio à decisão que não visam substituir os gerentes de produção, e sim potencializar seu trabalho, por meio de sofisticadas interfaces com o usuário, permitindo qualquer tipo de alteração nos planos gerados e fazendo com que as adequações sejam viáveis ao se considerar as particularidades de uso em cada indústria. Essas características fazem com que os softwares APS sejam vistos como uma nova fronteira tecnológica para uma gestão eficiente da produção. No entanto, o acesso a esse sistema geralmente é limitado a grandes empresas devido ao alto custo de aquisição e implementação, pois envolve tecnologia e fornecimento internacionais.

2.3.3. ERP DE TERCEIRA GERAÇÃO

Este novo modelo deverá incorporar funcionalidades relacionadas ao SCM onde, após a integração dos processos internos da empresa, toda cadeia poderá ser integrada. Estes recursos apoiam-se fortemente na internet, uma vez que com a evolução da globalização as relações comerciais ultrapassam as fronteiras dos países, o que torna a internet um meio de comunicação extremamente barato e viável para este tipo de aplicação.

A quebra deste paradigma não é simples e a migração para esta nova geração de aplicativos ERP, apesar de necessária, exigirá tempo para ser aprimorada. Este novo modelo incorporará as funcionalidades dos ERPs convencionais associadas aos APSs, porém, migrando para um ambiente *Cloud Computing* (Computação em Nuvem), caracterizado pela quebra da necessidade de uma estrutura interna de TI, não sendo relevante a preocupação com gastos para manter o servidor dentro da empresa (CIS-ERP, 2013).

Para ser considerado um ERP de terceira geração, onde a possibilidade de uso não estará restrita as grandes empresas, algumas questões precisarão ser respondidas:

1 - "Usar e Aprender", em vez de "Aprender a Usar". Os ERPs precisarão ser tão intuitivos como as demais plataformas cloud (Facebook, gmail, skype, etc.) de forma a atender a nova geração "Y".

2 - "Mobilidade", deverá ser parte integrante destes ERPs onde, eles deverão disponibilizar, através de APPs, acesso a qualquer plataforma digital (smartphones, tablets, etc.).

3 - "Integração Plena", a integração plena entre as empresas, de uma determinada cadeia de suprimentos, passa a ser o grande diferencial na utilização de uma plataforma popularizada de gestão empresarial.

2.4. USO DA TIC PARA IDENTIFICAÇÃO - CÓDIGO DE BARRAS

O código de barras nada mais é do que a representação gráfica da sequência de algarismos que vem impressa logo abaixo dele. A vantagem das barras é que elas podem ser identificadas rapidamente, e sem risco de erros, por aparelhos portáteis de leitura óptica, como os usados pelos caixas de supermercado (MUNDO ESTRANHO, 2014). Segundo Terra

(2014), os códigos de barras são o meio mais eficaz para a identificação rápida de produtos mediante a conversão pelo computador da leitura feita por um sensor.

Ainda segundo Terra (2014), Existem quatro tipos de leitores de códigos de barras e cada um usa uma tecnologia diferente para ler e decodificar: leitores de tipo esférográfico, *scanner*, *laser*, leitores CCD e leitores com câmeras descritos a seguir.

2.4.1. TIPOS DE LEITORES DE CÓDIGOS DE BARRAS

Leitores esférográficos e *laser*

Os leitores do tipo esférográfico consistem em uma fonte de luz e um fotodiodo que estão na ponta de uma caneta ou objeto similar. Para a leitura, arrasta-se a ponta sobre o código de barras num movimento linear e delicado. O fotodiodo mede a intensidade da luz refletida a partir da fonte de luz e gera uma onda que é usada para medir o tamanho das barras e os espaços no código. As barras escuras do código de barras absorvem luz e os espaços brancos a refletem e assim formam a onda que volta para o fotodiodo. Este tipo de onda é decodificado pelo *scanner* de uma maneira semelhante à decodificação dos pontos e riscas do código Morse.

Os *scanners* a *laser* funcionam da mesma maneira que os leitores esférográficos exceto que usam um raio laser como fonte de luz e normalmente usam um espelho ou um prisma para dirigir o raio sobre toda a superfície do código de barras. Um fotodiodo é responsável por medir a intensidade da luz refletida a partir do código.

Em ambos os leitores, a luz emitida pelo leitor tem uma frequência determinada e o fotodiodo é desenvolvido para detectar esta mesma frequência.

Leitores CCD

Os leitores CCD (*Charge Coupled Device*) usam uma matriz com centenas de pequenos sensores de luz alinhados em uma linha na cabeça do leitor. É como se cada sensor fosse um fotodiodo que mede a intensidade da luz recebida. Cada sensor de luz individual no leitor CCD é muito pequeno e, como há centenas de sensores alinhados, gera-se um padrão idêntico ao padrão do código de barras.

A diferença mais significativa entre um leitor CCD e um leitor laser ou do tipo esférográfico é que o primeiro mede a luz ambiente refletida pelo código de barras enquanto os outros emitem sua própria luz para fazer as medições.

Leitores com câmeras

O quarto tipo, o mais moderno, é o leitor que usa uma pequena câmera de vídeo para capturar a imagem do código de barras. O leitor usa então sofisticadas técnicas de processamento de imagem digital para decodificar o código de barras.

As câmeras de vídeo usam a mesma tecnologia dos leitores CCD exceto que, ao invés de ter uma única linha de sensores, uma câmera de vídeo tem centenas de linhas dispostas numa matriz bidimensional para que possam gerar uma imagem. A vantagem deste sistema é que se pode manusear o leitor de qualquer maneira, permitindo a interpretação do código em qualquer posicionamento.

2.4.2. TIPOS DE CÓDIGOS DE BARRAS

Desde que surgiu, há mais de 35 anos, o código de barras mudou a vida de varejistas e consumidores. Esse antigo conhecido foi o ponto de partida para outros sistemas de decodificação de dados como o RFID e o QR *code* (VERSA, 2014).

Versa (2014) apresenta como sendo a grande desvantagem do uso do código de barras, a necessidade de um leitor apropriado e a limitação na entrada de dados, devido ao padrão unidimensional e sequencial do modelo, ou seja, cada caractere equivale a uma sequência de

barras com diferentes larguras e espaçamentos. Quanto maior a mensagem inserida no código, maior será sua largura, o que obviamente limita muito seu uso.

Na atualidade os códigos de barras são divididos em dois grupos, os unidimensionais e os bidimensionais com ênfase no *QR Code* (*Quick Response Code*)

QR Code

Criado em 1994 pela empresa japonesa Denso-Wave, o *QR Code* (*Quick Response Code*) é um código bidimensional (2D), ilustrado na Figura 5, que pode ser lido diretamente por uma câmera de celular (mesmo com imagens de baixa resolução, feitas por câmeras digitais em formato VGA) e interpretado pelos programas desenvolvidos pelo fabricante. Armazena até sete mil letras e quatro mil números, contra os apenas 20 caracteres do código de barras unidimensional (VERSA, 2014).



Figura 5 – *QR Code* (*Quick Response Code*)

Atualmente, o *QR code* é muito usado pela mídia impressa (revistas, panfletos, outdoors e outros) e também pode ser uma ferramenta de grande auxílio na movimentação e armazenagem dos produtos.

Uma das vantagens do *QR Code* é que ele dispensa a necessidade de se digitar endereços da web, é só iniciar o aplicativo de leitura e apontar o celular para um *QR Code* para que o conteúdo adicional seja exibido no leitor ou navegador de internet.

3. O MODELO PROPOSTO

A PNRS publicada em 2010 impõe uma série de deveres para que as organizações desempenhem seu papel social no que diz respeito à proteção do meio ambiente. Em geral as empresas têm muita dificuldade em cumprir estas diretrizes e acabam se sujeitando a multas.

O objetivo desta Seção é apresentar uma proposta de um modelo integrado de gerenciamento da logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de forma a atender a PNRS de forma operacional sem a demanda de custos desproporcionais para as organizações.

3.1. ESTRUTURAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Este modelo foi concebido pela utilização dos conceitos e princípios da WEB de forma a integrar consumidores finais, distribuidores, comerciantes, cooperativas, em fabricantes/importadores de forma gerenciável pelo poder público.

A Figura 6 ilustra a estrutura básica do modelo proposto, que tem por objetivo ser um facilitador na operação e gestão da PNRS.

A base do modelo é a criação de um portal governamental centralizado para que todos os elos da cadeia de suprimentos o utilizem como interface de comunicação de forma a cumprir as diretrizes estipuladas pela PNRS e mais ainda poderem, através de um ato de cidadania, garantir o correto descarte dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes. É fundamental que, depois de implantado, ocorra uma interação ampla e imediata de forma a garantir a credibilidade do modelo.

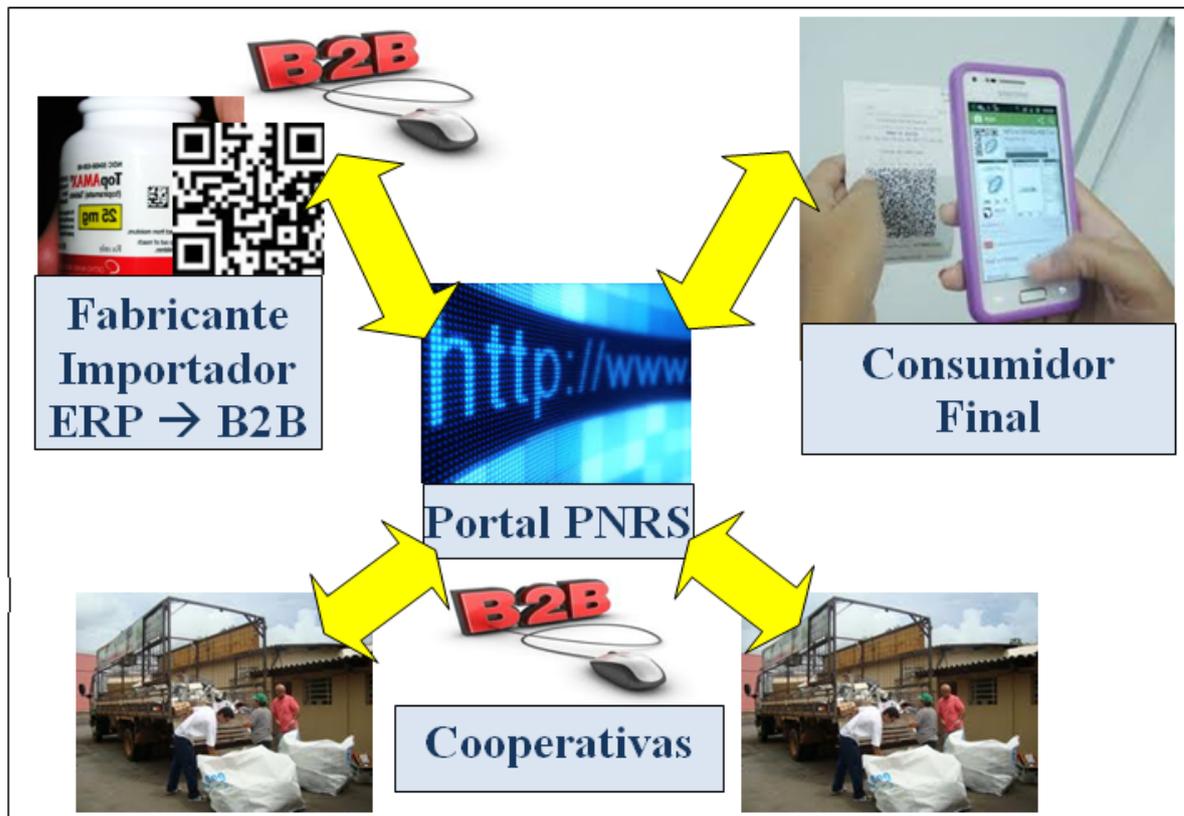


Figura 6 – Estrutura do Modelo Proposto.

3.2. OPERACIONALIDADE DO MODELO PROPOSTO

Segundo Santos (2010), quando todos os participantes de uma SC estão integrados e atuam como uma entidade única, havendo a conciliação entre fornecimento e demanda por todos os elos, o resultando deverá ser a melhora do desempenho.

Interação entre os Órgãos Governamentais e o Portal PNRS

Será de incumbência dos órgãos governamentais a publicação e manutenção do portal PNRS com o objetivo de dispor de um modelo onde os demais integrantes da cadeia de suprimentos possam interagir adequadamente.

Interação entre os Fabricantes e Importadores e o Portal PNRS

Será obrigatório através de regulamentação da PNRS que as empresas conheçam o endereço no portal onde deverão cadastrar as formas e locais adequados para disposição dos produtos eletroeletrônicos por eles fabricados. Através de acesso com certificação digital estas organizações manteriam atualizados os dados no endereço específico e passariam a disponibilizar, tanto no produto como nas respectivas embalagens um código de barras bidimensional (GR Code) com o endereço WEB das informações.

Interação entre as Cooperativas e o Portal PNRS

As cooperativas e ONGs também teriam acesso ao portal da PNRS de forma a auxiliar e incluir alternativas para um correto descarte e tentar mudar a realidade onde segundo Conceição e Silva (2009), a presença das cooperativas de reciclagem de lixo neste processo é ainda modesta, fruto da sua própria gestão e infraestrutura precárias.

Ainda segundo Conceição e Silva (2009), o trabalho de reciclagem de resíduos inorgânicos vem sendo realizado, de forma amadora e informal por catadores de lixo de rua e o

presente modelo teria como um dos objetivos profissionalizar a gestão deste processo de forma a dar vazão ao grande volume de lixo eletrônico a ser disposto.

Com a indicação, do portal PNRS, de endereços e forma de envio de lixo eletrônico os consumidores finais poderiam estar enviando os materiais eletrônicos sem uso e assim buscar o equilíbrio ambiental.

Interação entre os Consumidores Finais e o Portal PNRS

Com o QR *Code* gravado nos produtos e embalagens, como ilustrado na Figura 6, para o consumidor final basta iniciar o aplicativo de leitura (qualquer aplicativo de leitura QR *Code*) e apontar o celular para um QR *Code* do produto ou embalagem para que o conteúdo disponível no Portal PNRS esteja disponível em sua tela através de seu navegador de internet. Desta forma e associado a um programa de conscientização o consumidores finais poderiam participar de forma ativa e sem grande esforço da disposição final do lixo eletrônico em seu poder.

4. CONCLUSÕES

Operando em um ambiente globalizado e competitivo, as empresas manufactureiras, têm tido dificuldade para implementar um modelo de SCM capaz de suprir suas necessidades de forma a garantir o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis e atender as exigências relacionadas à PNRS.

Os consumidores finais têm dificuldade na busca de informações que o ajudem a dispor dos lixos eletroeletrônicos em seu poder.

A possível aplicação do modelo proposto, na cadeia de suprimentos das empresas fabricantes e importadoras de produtos eletroeletrônicos, apontam para um resultado que através da proteção do meio ambiente e de interação direta com o consumidor final poderá gerar vantagem competitiva além de mitigar perdas através de multas e infrações devido ao não cumprimento da legislação pertinente.

O modelo também demonstrou o alinhamento dos possíveis resultados com o movimento *Triple Bottom Line*, garantindo prosperidade econômica e aumento da vantagem competitiva para as empresas envolvidas, aliado com a busca de preservação ambiental e respeito às pessoas.

O modelo proposto procurou maximizar as vantagens de cada um dos sistemas estudados e ao mesmo tempo minimizar as limitações apresentadas pelos mesmos e, desta forma, apresenta ferramentas, de simples utilização, que atendem às necessidades dos gestores na busca do sucesso para suas empresas.

Sendo este trabalho apenas um esforço inicial na busca de ganho de vantagens competitivas para as organizações manufactureiras e ganho na proteção do meio ambiente, novos trabalhos científicos podem e devem abrir novas oportunidades, aprimorando seu desempenho e ampliando o leque de aplicação do modelo através de simulações do processo e estudo de casos além de análises da aderência dos consumidores finais ao processo.

5. AGRADECIMENTOS

Ao SEST, SENAT/Transportes e ITL pelo suporte à pesquisa - Processo No. 00571/14.

6. REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **Produção**. v. 16, n. 3, p. 375-386, Set./Dez. 2006

BRÜMMER, S. **Nova Legislação sobre Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.brummer.com.br/meio-ambiente/legislacao-brasileira-preve-fim-dos-lixoes/> Acesso em: 17 jul. 2014.

- CATALISA. **O Conceito de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: http://www.catalisa.org.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=59. Acesso em: 12 jul. 2010.
- CIS-ERP, **Um mundo atrás de uma idéia! 2013**. Disponível em <http://www.cis-erp.com.br/pt/institucional.php>. Acesso 12 de julho de 2014.
- COELHO, L. C. Gestão da Cadeia de Suprimentos – conceitos, tendências e ideias para melhoria. **Today Logistics**, p. 51, Agosto de 2010.
- CONCEIÇÃO, M. M. e SILVA, O. R. A Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos e o uso das Cooperativas de Reciclagem – Uma alternativa aos problemas do Meio Ambiente. Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Goiânia, vol.5, n.8, 2009
- COOPER M. C.; LAMBERT D. M. e PAGH J. D. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **The International Journal of Logistics Management**. v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.
- FULGENCIO, P. C. **Glossário Vade Mecum: Administração Pública, Ciências Contábeis, Direito, Economia, Meio Ambiente – 14.000 Termos e Definições**. Rio de Janeiro: Mauá, 2007.
- GONÇALVES, Yuri. **Gerenciamento da cadeia de suprimento: A força da Integração**. 2009. Disponível em <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/gerenciamento-da-cadeia-de-suprimento-a-forca-da-integracao/30121/> Acesso em 09 de Julho de 2014.
- GRESSLER, L. A. **Introdução à Pesquisa: Projetos e Relatórios**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004.
- HILSDORF, W. D., ROTONDARO, R. G., e PIRES, R. I. Integração de processos na cadeia de suprimentos e desempenho do serviço ao cliente: um estudo na indústria calçadista de Franca. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 2, p. 232-244, abr.-jun. 2009.
- KLEINDORFER, P. R.; SINGHAL, K.; WASSENHOVE, L. N. V. Sustainable Operations Management. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 4, p. 482-492, Winter 2005.
- LAGES, R. T. S.; LAGES, R. T. S.; FRANÇA, S. L. B. Indicadores de Desempenho com o Conceito do Triple Bottom Line e Metodologia do *Balanced Scorecard*. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2010, Niterói, RJ, Brasil. **Anais...** Niterói, 2010. 18 f.
- LAMBERT, D. M. Customer Relationship Management as a Business Process. **Journal of Business & Industrial Management**, v. 25, n. 1, p. 4-17, 2010.
- MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de Marketing – Uma Orientação Aplicada**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2004.
- MARTINS, F. C. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Aprimoramento da Metodologia de Diagnóstico e Proposição de um Método para Implantação baseado em Processos de Negócio. In: XIX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UNIMEP, 2011, Piracicaba, SP, Brasil. **Anais...** Piracicaba: UNIMEP, 2011. 5f.
- MASON, S. J.; RIBEIRA, P. M.; FARRIS, J. A.; KIRK, R. G. Integrating the Warehousing and Transportation Functions of the Supply Chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 39, n. 2, p. 141 – 159, mar. 2003
- MELO, D. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. A gestão da demanda em cadeia de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas. **G&P – Gestão & Produção**. v. 18, n. 4, p. 809-824. 2011.
- MUNDO ESTRANHO. **Como funciona o código de barras**. Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-o-codigo-de-barras>. Último acesso em 11/07/2014.
- OLIVEIRA, L. R.; MEDEIROS, R. M.; TERRA, P. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**. v. 22, n. 1, p. 70-82, Jan./Fev. 2012
- PEDROSO, M. C.; SWICKER, R. Sustentabilidade na Cadeia Reversa de Suprimentos: um Estudo de Caso do Projeto Plasma. **Revista de Administração USP**, v. 42, n. 4, p. 414-430, out./dez. 2007.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) – Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SANTOS, R. F., **Proposta de um modelo de gestão integrada da Cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos**. 2010. 202f. Tese de Doutorado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2010.

SANTOS, V. CANDELOORO, R. J. **Trabalhos acadêmicos: Uma orientação para pesquisa e normas técnicas.** Porto Alegre: Age, 2006.

SANTOS, A. C.; FORCELLINI, F. A. As relações do projeto de produtos com a cadeia de suprimentos: um estudo de caso no setor de eletrodomésticos. **Produção.** v. 22, n. 3, p. 534-548, Maio/Ago. 2012.

SEBRAE. **Software de Gestão ERP. Estudos de mercado.** 2008. Disponível em: <[http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/B316EA7311BA4E448325753E05FA07D/\\$File/NT0003DB22.pdf](http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/B316EA7311BA4E448325753E05FA07D/$File/NT0003DB22.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2014.

SELLITTO, M. A.; MENDES, L. W. Avaliação comparativa do desempenho de três cadeias de suprimentos em manufatura. **Produção.** v. 16, n. 3, p. 552-568, Set./Dez. 2006.

SIENA, O. Método para Avaliar Desenvolvimento Sustentável: Técnicas para Escolha e Ponderação de Aspectos e Dimensões. **Produção,** v. 18, n. 2, p. 359-374, mai.-ago. 2008.

SILVA FILHO, A. A. **Comércio Eletrônico: Marketing, Segurança, Aspectos Legais e Logística.** 2000. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

TEIXEIRA Jr., R. F. Análise das principais funcionalidades de um sistema nacional de planejamento e programação avançados. **Revista INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção,** v. 1, n. 2, 2009.

Terra. **Código de Barras.** Disponível em: http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI_157168-EI1426,00.html. Último acesso em 06/07/2014.

VERSA. **A evolução dos códigos de barras.** Disponível em: <http://versacomunicacao.wordpress.com/2009/10/06/a-evolucao-dos-codigos-de-barras/>. Último acesso em 06/07/2014.