

A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina

The application of RFID in logistics: a case study of Infrastructure and Monitoring System of Loads in the State of Santa Catarina



Victor Nassar¹
Milton Luiz Horn Vieira¹

Resumo: Os transtornos no controle de cargas de produção circulantes impõem um desafio aos elementos participantes de um sistema logístico, principalmente no que se refere ao monitoramento do peso e volume, localização, horários e movimentação. Os departamentos responsáveis possuem dificuldades em conseguir informações rápidas e precisas sobre os veículos em trânsito, não só para efetuar o controle e o monitoramento do tráfego, mas também para fins de planejamento e segurança. Com isso, a integração de tecnologias de informação torna-se determinante para o compartilhamento do conhecimento em um sistema logístico. Nesse caso, a aplicação da tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) é um dos fatores que pode atuar a fim de fornecer subsídios para melhor análise e gestão de riscos. A partir deste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de abordar como um sistema logístico solucionou diferentes problemas encontrados em um processo de monitoramento de trajeto e controle de informações, por meio da tecnologia RFID. Para tanto, utilizou-se como objeto de estudo o caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC). O artigo inicia com uma fundamentação teórica sobre uma série de problemáticas envolvidas em processos logísticos, seguindo com as características esperadas para o melhor funcionamento de um sistema. Em seguida, tem-se a contextualização sobre como as tecnologias de informações podem auxiliar no gerenciamento da logística, em especial o RFID. Descreve-se então o SIMCESC, com a posterior análise obtida com o cruzamento dos dados levantados da literatura, objetivando identificar como o sistema utilizou o RFID para realizar a solução dos problemas. Desse modo, pode-se verificar a contribuição da tecnologia ao caso estudado, evitando problemas comuns na logística, como atrasos de caminhão que não são informados, demora no repasse das informações à empresa e falhas no monitoramento do trajeto. Também são apontados os melhoramentos proporcionados na automatização dos processos, registro dos dados, rastreamento de cargas e a garantia de rigor e qualidade para a logística.

Palavras-chave: Logística. Tecnologia da Informação. Controle de Processos. Monitoramento de Processos.

Abstract: Disorders in controlling the production of circulating loads impose challenges to the participant elements of a logistics system, particularly with regard to monitoring weight and volume, location, time, and handling. Responsible departments have difficulties getting rapid and accurate information about the vehicles in transit, not only to perform the control and monitoring of traffic, but also for planning purposes and safety. Thus, the integration of information technology becomes decisive for knowledge sharing in a logistics system. In this case, the application of RFID (*Radio Frequency Identification*) is one of the factors that can provide subsidies for better analysis and risk management. From this context, the aim of this study was to address how a logistics system has solved other problems found in the monitoring of path process and information control using RFID technology (*Radio Frequency Identification*). To this end, the case of the System of Infrastructure and Monitoring of Loads of the State of Santa Catarina (SIMCESC) was used as an object of study. The article begins with a theoretical basis on a range of issues involved in logistics processes, then a list of the features expected to improve the system operation is presented. After that, it contextualizes how information technology can help manage logistics, especially RFID. Next, it describes the SIMCESC, with the subsequent analysis of the case study, in which there is a crossing of the compiled data from the literature in order to identify how the system used RFID to solve its problems. Thus, the contribution of technology to the case studied can be verified, avoiding common problems in logistics such as delays of trucks that are not informed, delays in the transfer of information to the company, and failures in the monitoring of paths. Also, we observed the improvements provided by process automation, data logging, load tracking, and guarantee of rigor and quality for logistics.

Keywords: Logistics. Information Technology. Processes Control. Monitoring Processes.

¹ Centro de Comunicação e Expressão – CCE, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Sala 101/105, Prédio “A”, CEP 88040-970, Florianópolis, SC, Brasil, e-mail: victornassar@gmail.com; milton.vieira@ufsc.br

1 Introdução

Com o passar dos anos, a definição de logística ampliou-se da gestão de transporte e armazenamento da cadeia de suprimentos e desenvolveu-se para todas as atividades que fazem parte do fluxo de informações na movimentação dos produtos. Assim, entende-se a logística como um processo que abrange a relação entre materiais e dados, desde a aquisição da matéria-prima até a disponibilização ao consumidor final, envolvendo os diferentes elementos participantes (BALLOU, 2007).

A integração de tecnologias no processo da logística possibilitou um avanço de controle e coordenação nas atividades operacionais, propiciando uma gestão mais eficiente, com a otimização de custos e informações, capaz de solucionar diferentes problemas que permeiam o sistema logístico. A aplicação de tecnologias de informação ao longo da cadeia permite o gerenciamento mais preciso de todo o processo, facilitando a tomada de decisões a partir da indicação correta dos dados coletados e pela visão global das ações que estão ocorrendo (BOWERSOX; CLOSS, 2009).

O desenvolvimento de uma logística cada vez mais eficiente surge como um diferencial para as empresas competirem em um alto nível no mercado. As inovações e tecnologias incorporadas ao processo tornam-se o fator-chave para que as organizações consigam atender às demandas de acordo com as necessidades de seus clientes. As exigências dos mercados de países importadores, as características dos consumidores de varejo e a necessidade que o estado tem de fiscalizar as atividades das empresas de logística no próprio país, cria uma realidade em que a qualidade do serviço está atrelada ao rigor no controle e monitoramento das etapas do processo (MACHADO; NANTES, 2004).

Muitos problemas são apontados como desencadeadores de uma gestão logística, como atrasos na frota, dificuldades em precisar os momentos exatos em que os produtos se encontram, erros de relatórios, demora no repasse de informações, dados não coincidentes com o panorama correto, entre outros. Estes distúrbios implicam planejamentos que são executados sem a máxima eficiência que poderiam ter e que, por isso, comprometem o desempenho da logística (MEYER; ROEST; SZIRBIK, 2010).

Neste contexto, a rastreabilidade dos produtos e cargas realizadas pela tecnologia RFID é um dos elementos aplicados na logística que pode atuar a fim de fornecer subsídios para melhor análise e gestão de riscos. Por meio das informações enviadas pelo rastreamento, os participantes do processo podem ter suporte em relação à localização, horários, qualidade, segurança e movimentação, possibilitando um banco de dados que oferece um controle e um monitoramento preciso das atividades convenientes da logística.

A partir do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar um sistema logístico que integra a tecnologia RFID para solucionar diferentes problemáticas encontradas em um processo de monitoramento e controle da logística. Assim, optou-se pelo Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC), em virtude da maior facilidade para a coleta dos dados e também por versar claramente o objetivo de estudo sobre a aplicação de uma tecnologia de informação para a obtenção de melhores resultados no processo logístico. A escolha intencional é defendida por Duarte e Barros (2005) pela viabilidade deste tipo de seleção, selecionando as fontes de acordo com a proximidade ou disponibilidade, sem que haja prejuízo para a pesquisa. Os dados foram coletados a partir de documentos de apresentações do projeto, relatórios informativos e entrevistas abertas com os membros participantes da elaboração do projeto, com o objetivo de solucionar dúvidas e aprofundar o conhecimento sobre os detalhes de funcionamento e aplicação do SIMCESC.

Inicialmente, a pesquisa apresenta um levantamento bibliográfico, abordando, na seção 2, as dificuldades comumente encontradas no transporte e cadastro de cargas, decorrentes da falta de tecnologias que deem suporte à gestão precisa dos dados. Na seção 2.1, tem-se uma abordagem sobre as características que um sistema deve ter a fim de evitar distúrbios de informações. Segue-se com uma discussão, na seção 3, sobre as aplicações de tecnologias de informação na logística, a conceituação do RFID e a aplicação do RFID na logística. Em seguida, na seção 4, há a aplicação do Estudo de Caso do SIMCESC.

Primeiramente realiza-se um descritivo do funcionamento do sistema, para depois analisar os benefícios que a tecnologia RFID traz para a resolução dos problemas da logística em cada etapa do projeto, com as respectivas características encontradas que norteiam uma execução consistente de um sistema logístico. Por fim, discute-se o papel do RFID como elemento integrador de informações na cadeia logística do sistema, destacando as funcionalidades que a tecnologia propicia aos diferentes módulos de operações do SIMCESC.

Desse modo, este trabalho pode ser caracterizado como descritivo, pois, de acordo com Gil (2009), busca-se descrever as particularidades de um determinado evento, analisando os dados com o intuito de estabelecer relações. Neste sentido, utiliza-se o estudo de caso como um método eficiente para oferecer uma análise detalhada e com profundos conhecimentos de um ou poucos objetos de pesquisa, por meio de dados qualitativos e coletados a partir de eventos reais. Assim, procura-se explicar, explorar ou descrever fenômenos, inseridos em seu próprio contexto (YIN, 2010).

2 Problemáticas nos sistemas de monitoramento e controle da logística

Uma execução comumente realizada na cadeia logística é o transporte de cargas de um ponto a outro por meio de caminhões. O transporte pode ter seu trajeto direto até o destino, sem paradas intermediárias, assim como pode haver a necessidade de depósitos ou novos carregamentos que ocorrem durante o caminho. Para cada tipo, há um plano de ação específico, com controle e monitoramento de cada passo-chave da logística.

Com o controle sendo efetuado na maior parte do tempo de modo manual, diferentes problemas e distúrbios podem acontecer, ocasionando falhas nos registros e faltas de informações que não são levadas adequadamente ou em tempo hábil às empresas. Assim, muitos planejamentos são executados sem a máxima eficácia que poderiam ter.

Neste contexto, Meyer, Roest e Szirbik (2010) apontam três categorias de problemas comumente encontrados durante a execução dos planos de logísticas em relação ao monitoramento e controle de cargas. Os problemas descritos são indicados como causas de grandes dificuldades por não poderem ser gerenciados efetivamente ou solucionados imediatamente pelos seus planejadores.

- **Monitoramento do trajeto:**

Com o trabalho de monitoramento sendo feito manualmente, muitas vezes exclusivamente pelo motorista do caminhão, uma série de problemas pode ocorrer, tais como:

Diferença entre os horários marcados pelo motorista e os horários em que realmente aconteceram as ações: Por causa de outras tarefas desempenhadas pelo motorista, as anotações podem ser realizadas em momentos posteriores aos que ocorreram, o que implicaria em erros de horários nos relatórios e na transmissão equivocada de informações.

Demora no repasse das informações à empresa: No caso de haver uma necessidade de contatar a empresa por um problema ocorrido durante o trajeto, a comunicação ocorreria por mensagem de texto ou ligação telefônica. Para tanto, poderia ocorrer um atraso entre o momento em que a situação aconteceu e o momento em que a empresa tomou conhecimento da informação, o que implicaria em um atraso maior nas posteriores tomadas de decisões.

Custos no repasse de informações: O contato entre o motorista e a empresa para comunicar a ocorrência de um problema ocasiona um custo a mais na logística, principalmente pelas ligações. Assim, o alto volume de ocorrências, em um longo prazo, pode representar despesas a mais para a empresa.

- **Carga no caminhão errado:**

No trajeto entre a saída de uma carga até o seu destino, pode acontecer o equívoco de embarcar

um determinado lote em um caminhão errado na companhia. A partir disso, outros problemas são acumulados, como:

O erro só será notado na chegada do caminhão ao seu destino: Apenas ao desembarcar a carga é que haverá a constatação de que houve o transporte da carga trocada.

Atraso no repasse da informação à empresa: Como o equívoco da carga no caminhão errado só será notado no destino, haverá demora para que a empresa tenha conhecimento do problema.

Atraso na reposição da carga: Tanto a demora em notar o erro, quanto a demora no repasse da informação, implicam um atraso ainda maior para que haja a reposição da carga ao destino correto.

Dificuldade para saber o que aconteceu com a carga correta: Há o problema sobre os motivos que levaram ao equívoco da carga no caminhão errado, uma vez que a carga pode ter ficado no estoque, ter sido perdida no trajeto ou embarcada em outro caminhão, por exemplo.

- **Atraso do caminhão:**

Quando um caminhão atrasa em relação ao horário em que deveria chegar ao destino, diferentes problemas podem ocorrer, como:

Sucessivos atrasos que demoram a ser informados: Quando há uma série de problemas ocorridos em virtude do trânsito, de funcionamento do caminhão ou climáticos, ocorre uma dificuldade maior em repassar todas as informações à empresa. Todos os atrasos acumulados podem ocasionar diversos outros atrasos na frota.

Dificuldade de precisar o momento em que o caminhão irá chegar: Com os atrasos e mesmo o não recebimento de todas as informações, há o problema de não se conseguir determinar o momento em que a carga chegará ao destino.

Frota presa esperando a carga chegar: Os atrasos sucessivos e os não informados podem ocasionar demora ainda maior na tomada de decisões da empresa. Ao invés de executar um novo plano de ação para uma frota, a empresa deixará a frota parada desnecessariamente.

Outros autores, como Coimbra (2005) e Domingos et al. (2012), também apontam em seus estudos uma série de problemas semelhantes, encontrados no funcionamento das atividades presentes na logística de uma companhia. Dessa forma, Coimbra (2005) realiza indicações de problemas, como: erros de controle de saldo e procedimentos no almoxarifado; atrasos não previstos provenientes do fornecedor; erros na execução do planejamento; preenchimento e repasse equivocado das informações; falta de controle sobre os horários em que ocorreram; e a duração das atividades. Domingos et al. (2012) apontam erros na distribuição da quantidade de materiais; alto fluxo de caminhões esperando na fábrica por

atrasos; demora na recepção dos materiais; custos de estocagem e transporte; dificuldades para a construção do inventário.

Como os problemas indicados pelos autores versam sobre os apontados anteriormente (monitoramento do trajeto, carga no caminhão errado e atraso no caminhão), optou-se por utilizar a categorização de Meyer, Roest e Szirbik (2010), a fim de oferecer melhor visualização das problemáticas da logística em relação ao monitoramento do trajeto e controle de cargas, sem perder em abrangência de problemas no processo.

2.1 Características para o melhor funcionamento dos sistemas logísticos

Uma série de dificuldades encontradas nas áreas de monitoramento e controle da logística poderia ser contornada caso houvesse melhor adequação dos sistemas de informações e gestões das empresas. A partir dos problemas mencionados anteriormente, Meyer, Roest e Szirbik (2010) apontam três características que um sistema de monitoramento e controle deve possuir, com o objetivo de minimizar ou mesmo solucionar os distúrbios recorrentes ocasionados por falhas manuais. São eles:

- **O sistema deve fornecer feedback no instante em que o problema ocorre:** Espera-se que a empresa possa ter o conhecimento do ocorrido de maneira imediata ao fato. Desse modo, os planejadores são capazes de tomar decisões e mudar o plano de ação sem que aconteçam atrasos desnecessários ou informações inconsistentes no processo.
- **O sistema deve trabalhar com dados detalhados dos problemas:** Para fornecer *feedback* de qualidade, que seja capaz de auxiliar os planejadores, o sistema deve apresentar detalhes na informação, como a localização, horário, qual tipo de carga ou em que estágio do processo ocorreu o problema. Assim, é possível identificar com clareza as causas e selecionar soluções adequadas.
- **O sistema deve propor soluções para os problemas encontrados:** Para a otimização do processo, espera-se que o próprio sistema possa, além de apresentar o que está errado, também indicar o que deve ser feito para a retomada do funcionamento correto do planejamento. Por exemplo, no caso de uma eventual carga estar em um caminhão errado, o sistema poderia emitir o alerta e imediatamente informar em qual caminhão a carga foi programada para estar.

De maneira complementar, Bowersox e Closs (2009) indicam seis características necessárias a um

sistema de informação logística (SIL) para que este seja capaz de atender ao planejamento da empresa. Como outros autores também mencionam características similares em seus estudos, estas serão incluídas com suas aplicações junto às definições de Bowersox e Closs (2009), demonstrando como determinados problemas foram resolvidos. Observa-se a seguir:

- **Disponibilidade:** Espera-se que a informação sobre as ações da cadeia logística esteja disponível aos elementos relevantes do processo, para que se possa reduzir a incerteza sobre os tempos de planejamento e da operação. Com este objetivo, Ruiz-Garcia, Steinberger e Rothmund (2010) utilizaram um servidor *web*, para que a consulta das informações pudesse ser mais dinâmica e aberta aos diferentes participantes envolvidos no controle.
- **Rigor:** O sistema deve refletir com exatidão o estado atual e o periódico das atividades, sem falhas ou contradições na transmissão das informações que chegam aos clientes e à empresa.
- **Oportuno:** As informações da cadeia logística devem estar dispostas no momento exato em que acontecem, para que possam ser úteis aos gestores nas tomadas de decisões. Becker et al. (2010) idealizaram um sistema cujos sensores enviavam imediatamente os dados à uma rede sem fio, podendo ser acessados via *web* pelos diversos elos da cadeia.
- **Exceção:** Com um sistema baseado em exceções, tantos os problemas, quanto as oportunidades são enfatizados aos gestores, detectando eventuais ocorrências que fogem ao padrão da normalidade.
- **Flexibilidade:** A partir do momento em que se tem um sistema flexível, habilita-se a capacidade de cumprir as necessidades de diferentes participantes envolvidos no processo logístico, como clientes e gestores. Tem-se o exemplo citado por Gutiérrez et al. (2010), sugerindo um modelo que integra dados coletados em sensores no compartilhamento de carga e o sistema de coleta de informações do caminhão, agregando diferentes elementos em uma mesma interface configurável.
- **Formato apropriado:** Os resultados informados pelo sistema, como relatórios, ocorrência de problemas e demais ações, devem ser apresentados com as informações, estrutura e sequência correta, de forma perceptível e de fácil entendimento pelos participantes do processo logístico. Becker et al. (2009) sugerem uma

interface amigável ao usuário final do banco de dados, fornecendo informações de forma gráfica.

Em seguida à análise das características idealizadas para o melhor funcionamento de um sistema, pode-se concluir que, com um fluxo de informações desenvolvido de maneira integrativa e que auxilie os diferentes setores que constituem a logística, pode-se ter melhores resultados práticos, pois a qualidade com que as informações estão disponíveis irá refletir em maior controle e monitoramento das atividades (ATAMANCZUK; COLMENERO; SCANDELARI, 2007). Nesse contexto, o surgimento e a implementação de novas tecnologias podem colaborar com o gerenciamento das informações, além de aumentar o controle e a precisão sobre as ações que ocorrem na cadeia. Para as empresas, a adoção de sistemas mais eficazes e eficientes agiliza a tomada de decisões e, conseqüentemente, melhoram o nível do serviço prestado (BARROS, 2005).

3 A aplicação de tecnologias da informação na logística

Na execução de um processo de logística, podem ser incluídas diferentes tecnologias com o objetivo de ampliar o desenvolvimento e a otimização do gerenciamento da cadeia. Entre as possibilidades aplicadas, estão as tecnologias de informação, que auxiliam no processamento das informações que as empresas criam e utilizam (LAURINDO, 2008).

A integração proporcionada pelas tecnologias de informação é formada a partir de uma junção de fatores, entre os quais se destacam a implementação de uma sólida infraestrutura de apoio, *softwares* consistentes e a criação de uma rede de comunicação entre as diferentes bases constituintes do processo (APPLEGATE; AUSTIN; MCFARLANE, 2003). A partir disso, as tecnologias participantes foram classificadas por Branski e Laurindo (2009) em três categorias: Aplicativos, Comunicação e Transporte ou Tecnologia Embarcada. Observa-se o Quadro 1, a seguir, com algumas tecnologias participantes em cada categoria:

No entanto, deve-se notar que para a construção de um sistema eficiente é preciso ainda o conhecimento das necessidades de informação que a empresa possui, bem como o ambiente em que está inserida e seus aspectos culturais, para então averiguar os problemas que devem ser solucionados (LAUDON; LAUDON, 2004). Além disso, ressalta-se a necessidade de se atingir também a eficácia no processo da logística, a fim de procurar aplicar as tecnologias envolvidas com o objetivo de atingir os resultados pretendidos pelas empresas. Para tanto, deve-se considerar os impactos proporcionados no desenvolvimento e implementação, nas operações e na estratégia da empresa para a cadeia (LAURINDO, 2002).

Assim, pode-se realizar uma avaliação sobre quais tecnologias de informação devem fazer parte de determinado sistema, destacando-se os elementos primordiais para a integração da logística, que atenderão às necessidades das empresas relacionadas e cumprirão as demandas dos problemas encontrados. Como parte de destaque para a execução do sistema que será apresentado no artigo, o projeto de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina, tem-se o RFID como a tecnologia atuante para o cumprimento dos objetivos pretendidos.

3.1 Contextualizando o RFID

O RFID é uma sigla utilizada para *Radio Frequency Identification*. A tecnologia surgiu a partir da década de 1980 e funciona como uma rede de identificação por radio frequência, com alcance de distâncias variáveis, dependendo do *chip* utilizado. A comunicação ocorre através de uma etiqueta com chip RFID, a chamada Tag RFID, que envia sinais a um leitor específico. A partir disso, um *software* é responsável pela conversão dos dados em informações significativas (DUROC; KADDOUR, 2012).

Há dois modos de funcionamento de uma etiqueta RFID, o modo Ativo e o modo Passivo.

- Ativo: uma Tag ativa possui uma fonte de alimentação através de uma bateria e é capaz de enviar dados a um leitor por conta própria.

Quadro 1. Tecnologias de informação participantes do processo da logística.

Categories	Tecnologias envolvidas
1) Aplicativos	Enterprise Resource Planning (ERP); Warehouse Management System (WMS); Transportation Management System (TMS); Business Intelligence (BI); Simulação; Vendor Management Inventory (VMI).
2) Comunicação	Coletores de dados: Identificação por Radiofrequência (RFID), Código de Barras; Terminais portáteis; Eletronic Data Interchange (EDI); Sistemas controlados por luz; Sistemas controlados por voz; Ferramentas Web.
3) Transporte ou tecnologia embarcada	Otimização de carga; Rastreamento por GPS; Roteirização.

Fonte: adaptado de Branski e Laurindo (2009).

Além disso, uma Tag RFID ativa pode possuir um tamanho consideravelmente maior se comparada a uma Tag passiva.

- Passivo: neste modo, não há bateria e a corrente é fornecida pelo leitor. Uma Tag RFID passiva possui um alcance de leitura com uma distância menor em relação a uma Tag ativa.

Assim, um sistema com RFID pode ser utilizado com fins de identificação ou rastreamento de objetos, como em aplicações do setor logístico, de supermercados ou cargas. Apenas é necessário que o produto possua a etiqueta com RFID e assim os dados podem ser capturados pelo leitor, mesmo que os produtos estejam em movimento (SUN, 2012).

3.2 A aplicação do RFID na logística

A utilização do RFID na cadeia logística possui diferentes objetivos e funcionalidades para as empresas, mas o mesmo intuito de oferecer suporte ao sistema de informação. Encontram-se aplicações de RFID para controle de estocagem, identificação de cargas e contêineres, monitoramento e rastreabilidade no transporte, transferências de dados entre os participantes do processo logístico, entre outros.

Entre os benefícios adquiridos com a utilização do RFID, destacam-se: ganho de visibilidade na cadeia de suprimentos (ANGELES, 2006); durabilidade das etiquetas (FREIBERGER; BEZERRA, 2010; SOARES et al., 2008); alta capacidade de memória, leitura e escrita; identificação sem a necessidade de contato ou visão do produto (FREIBERGER; BEZERRA, 2010; NAVARRO; GRILLO; LIMA, 2008); confiança na transmissão dos dados, leitura de múltiplas etiquetas simultaneamente (NAVARRO; GRILLO; LIMA, 2008; ROSA, 2007); redução de tempo de leitura (COSTA et al., 2010; SOARES et al., 2008); captação de ondas à distância, maior controle e fiscalização; rastreabilidade de produtos e informações (NAVARRO; GRILLO; LIMA, 2008); captura de dados de produtos que estão em movimento e em ambientes agressivos (ROSA, 2007); redução de custos trabalhistas; maior *turn-over* do inventário; menos erros de previsão de demanda (MAY, 2007).

Assim, o RFID pode ser aplicado na logística em diversificados momentos do processo. Srivastava (2004) indica a utilização do RFID na indústria de alimentos, com a adoção de etiquetas para controle de armazenagem e monitoramento da movimentação dos produtos, saindo da produção até o desembarque nas prateleiras. Já Jedermann, Moehrke e Lang (2010), Behrens et al. (2006) e Bowersox, Closs e Cooper (2002) abordam a aplicação do RFID em contêineres, a fim de garantir a identificação das cargas, a rastreabilidade dos produtos e o monitoramento *online*, com dados do contêiner em tempo real e ao longo de diferentes indústrias ou equipamentos de

transporte. No setor de varejo, Assis e Teles (2011) ressaltam a aplicação de projetos com RFID por grandes empresas de supermercados no Brasil, resultando em maiores benefícios no controle de estoques, gôndolas e na reposição de itens, reduzindo custos e otimizando a gestão da logística.

Já de maneira específica à rede viária no processo logístico, pode-se relacionar o RFID ao conceito dos Sistemas de Transporte Inteligente (*Intelligent Transportation Systems*), que visam a utilização de tecnologias aplicadas a veículos e infraestrutura que objetivem a melhoria e eficiência dos sistemas de transporte. Assim, as tecnologias envolvidas devem auxiliar, por exemplo, a redução de congestionamentos, mobilidade, segurança e produtividade nas vias (U.S. DEPARTMENT..., 2013).

Desse modo, o RFID apresenta-se como um fator capaz de agregar em conexão, acesso a informações e transferência de dados, nos estágios antes, durante e após as jornadas dos trajetos. Os benefícios com a tecnologia RFID passam ainda por informações sobre o transporte na logística, como: pontos de localização no mapa, horários dos veículos, tráfego em tempo real, além das funcionalidades dos acessos às catracas e confirmação de dados. Todos esses elementos podem integrar e constituir uma rede inteligente de comunicação, que auxilia no monitoramento e controle das informações em uma cadeia logística.

A seguir, apresenta-se o método deste artigo e um estudo de caso com a aplicação da tecnologia RFID. De maneira detalhada, analisa-se a participação do RFID como elemento capaz de proporcionar soluções em monitoramento e controle no processo logístico do projeto de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina.

4 Estudo de caso: o Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC)

O Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina surge com o objetivo de auxiliar tanto as empresas privadas que necessitam de um sistema logístico eficiente, quanto à própria necessidade das autoridades públicas do estado de obter maior controle da malha viária e oferecer melhores serviços, reduzindo os custos das companhias.

Ambos os setores enfrentam a dificuldade de se conseguir informações rápidas e precisas sobre os veículos em trânsito, sem conseguir efetuar de maneira consistente o controle e o monitoramento do tráfego. Como consequência disto, existem ainda os problemas dos excessos de cargas nas estradas, por parte das transportadoras e caminhoneiros autônomos, que comprometem a conservação das estradas e

rodovias, prejudicando em termos de segurança e planejamento das rotas.

No contexto mencionado, foi desenvolvido o SIMCESC. O projeto utiliza a tecnologia RFID para a identificação automática dos dados, com a capacidade de reconhecer veículos a certa distância, parados ou em movimento. Ainda em fase de testes, o sistema logístico desenvolvido encontra-se alinhado à legislação brasileira de transporte de carga e suportado por uma plataforma de informação capaz de apoiar o estado no acompanhamento do fluxo de cargas e para o estabelecimento de políticas.

4.1 O funcionamento do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC)

O Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina possui uma estratégia de funcionamento baseada em uma plataforma de apoio com quatro módulos de operação. Cada módulo é descrito a seguir:

- **Módulo 1 - Cadastro da Carga:** O cadastro é elaborado em um ambiente no qual o usuário pode entrar com os dados da carga, do motorista e do veículo. Nos casos do cadastro do motorista e do veículo, coletam-se ainda os dados no DENATRAN/DETRAN por meio de sistema *online* de compartilhamento de informações. Juntamente com este cadastro, é implantado o lacre da carga usando uma *tag* RFID ativa removível. Os veículos também contarão uma *tag* RFID ativa fixa, conforme Resolução 412/2012 do CONTRAN (a partir de 1º/1/2013, todos os veículos novos sairão de fábrica com RFID, e todos os veículos usados, para serem emplacados, deverão ter um RFID) para acesso a todos os seus dados de forma automatizada.
- **Módulo 2 - Monitoramento da carga:** O módulo atua com a presença de portais em determinados pontos móveis ou fixos na rodovia, como em zonas que precedem a saída de vias para diferentes regiões, em trechos com tráfego intenso e em locais que já possuem a presença de balanças nas estradas. Nos portais, são instalados dispositivos eletrônicos (sensores) para leitura dos RFIDs (veículo e carga), que fazem o monitoramento dos veículos de carga, coletando dados, fotografando veículos, realizando reconhecimento automático de imagem das placas dos caminhões e gerando, assim, informações importantes sobre o fluxo e possibilitando a gestão e controle.

- **Módulo 3 - Postos de controle:** Trata-se dos postos de pesagem de carga, que são utilizados para o cadastro dos dados da carga. O módulo atua principalmente com a função de aferição do veículo, comparando os dados já cadastrados e com o uso de tecnologia para reconhecimento/inspeção da carga. Se o lacre estiver aprovado e não for observada alteração na carga (comparação de imagens) quanto ao seu volume, o veículo não necessitará parar. Com isso, pode haver agilidade no controle e funcionar como um incentivo para os demais veículos realizarem o cadastro da carga.
- **Módulo 4 - Gerenciamento da carga:** É o módulo responsável por gerar os relatórios, prover indicadores e proporcionar ambiente de análise das informações sobre o fluxo de cargas. Além disso, dá suporte ao gerenciamento e controle de multas que virão a ser aplicadas aos veículos infratores.

A fim de se obter melhor visualização do processo no qual os quatro módulos estão inseridos, pode-se observar a Figura 1.

4.2 Os problemas solucionados pelo RFID no Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC)

A aplicação do RFID no Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina é efetuada em diferentes etapas do processo logístico e contempla desde o momento inicial do carregamento até o desembarque dos produtos na prateleira. Conforme exemplifica a Figura 2 a seguir, o papel do RFID é dividido em: 1) Certificação; 2) Monitoramento da carga; 3) Controle da Carga; 4) Gerenciamento da carga; e 5) Prateleira.

Cada etapa é descrita a seguir, apontando os benefícios que o RFID pode trazer em relação aos problemas que Meyer, Roest e Szirbik (2010) indicaram ocorrer em sistemas de monitoramento e controle de cargas. Além disso, em cada etapa, também serão incluídas as características (disponibilidade, rigor, oportuno, exceção, flexibilidade e formato apropriado) que Bowersox e Closs (2009) informam como necessárias a um sistema de informação logística (SIL) para que este seja capaz de atender ao planejamento da empresa.

- **Certificação**

Problema solucionado: Na etapa 1) Certificação, há todo o cadastro com os dados do motorista, caminhão e cargas, além da documentação que a empresa necessita para fazer o transporte viário. As informações cadastradas são associadas ao número

de identificação da etiqueta RFID utilizado para o reconhecimento dos sensores nas estradas. Assim, pode-se garantir a precisão dos dados e leitura automática da documentação. A etapa de cadastro e certificação também evita o carregamento de carga no caminhão errado já no início do processo

logístico, contornando atrasos de reposição de carga e possibilitando um imediato repasse das informações à empresa.

Característica do sistema: Dessa forma, a etapa reflete ainda o caráter **Oportuno** do sistema, dispondo a informação no momento em que se faz necessária.

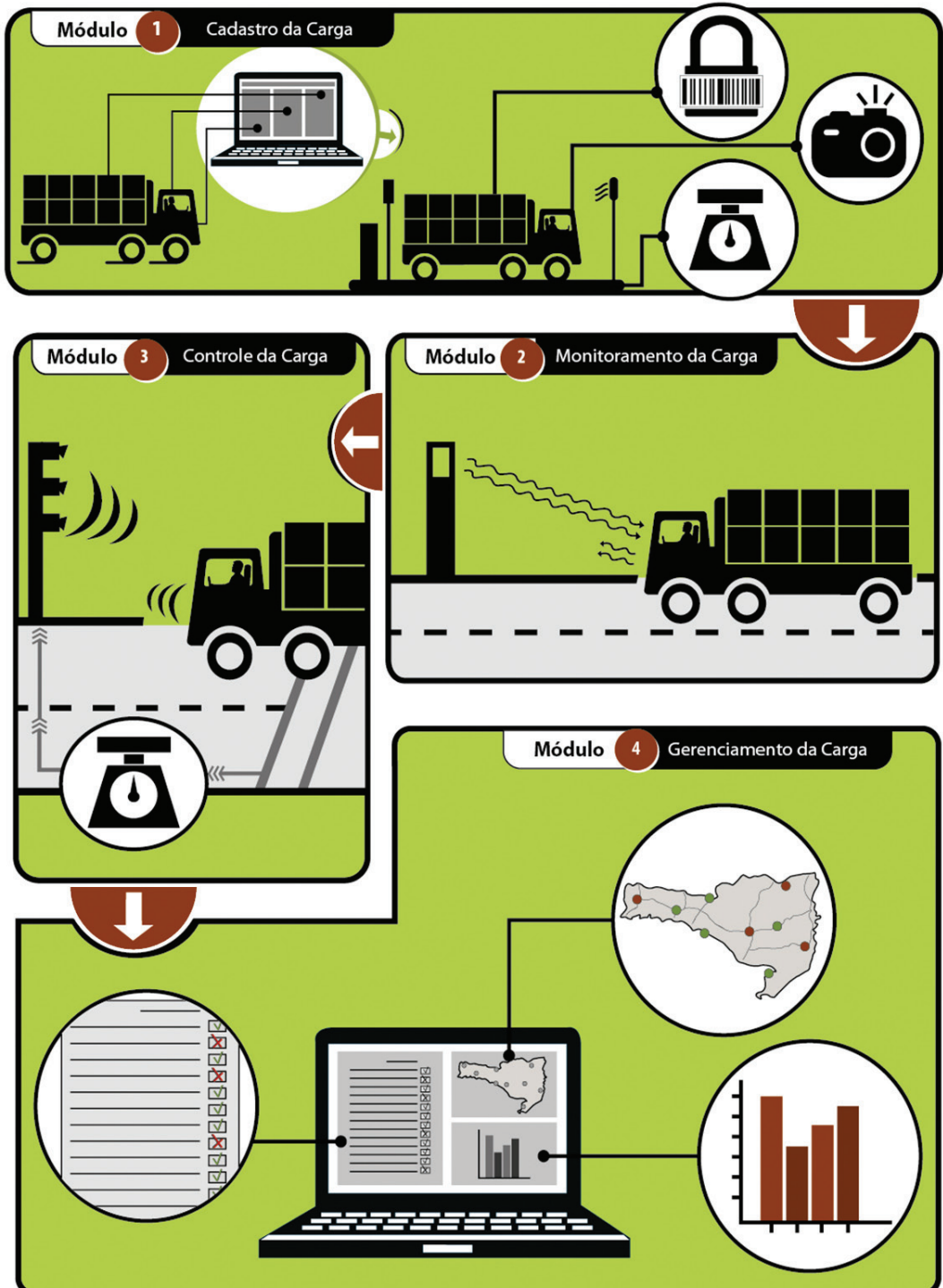


Figura 1. Módulos do SIMCESC.



Figura 2. Etapas da aplicação do RFID no SIMCESC.

Outra característica abordada por Bowersox e Closs (2009) é a de **Exceção**, pois a Certificação fornece a base para o sistema informar possíveis problemas futuros de contradição dos dados cadastrados.

- **Monitoramento da carga**

Problema solucionado: Na etapa 2) Monitoramento da carga, o RFID atua ao transmitir os dados vinculados ao caminhão em questão aos portais com os leitores dos RFIDs. Assim, é possível realizar o monitoramento informando o horário exato em que a carga passou nos pontos da estrada, sem distúrbios nos dados. Como o sistema envia automaticamente as informações coletadas à rede, evita-se a demora no repasse à empresa que poderia ocorrer com o monitoramento realizado manualmente. Da mesma forma, no caso de ocorrerem atrasos, os planejadores teriam os dados à disposição e poderiam reformular o plano de ação, evitando frota parada e maior precisão do momento em que o caminhão chegará ao destino.

Características do sistema: Infere-se por Bowersox e Closs (2009) que a etapa de Monitoramento possui as características de **Disponibilidade e Rigor**, pois informa com exatidão sobre os estágios das vias em que se encontram as frotas, além de oferecer os dados à rede, comunicando assim aos elementos do processo.

- **Controle da carga**

Problema solucionado: Na etapa 3) Controle da carga, há a pesagem do caminhão e o cruzamento dos dados com as informações anteriormente cadastradas e vinculadas aos RFIDs. Com isso, o sistema detecta automaticamente se ocorreram alterações nas cargas durante o trajeto. Caso a carga apresente diferença nos dados e o caminhão precise ficar preso no posto de controle, imediatamente a empresa recebe a notificação em seu sistema, evitando atrasos não informados e possibilitando a reconfiguração do planejamento, como a reposição de cargas para o destino ou a transmissão do atraso aos outros participantes do processo logístico.

Características do sistema: Tem-se que a etapa de Controle da carga evidencia as características de um sistema com **Disponibilidade, Rigor, Oportuno** e baseado em **Exceções**. Como os dados são verificados com o objetivo de detectar alterações de peso, as eventuais ocorrências serão imediatamente reconhecidas e informadas aos gestores. Assim, garante-se o controle rigoroso das ações e as

informações tornam-se disponíveis aos participantes relevantes do processo logístico.

- **Gerenciamento da carga**

Problema solucionado: A etapa 4) Gerenciamento da carga é a própria disponibilidade de todas as informações coletadas durante todo o trajeto, envolvendo as etapas de certificação, monitoramento e controle. Com a transmissão dos dados por RFID em diferentes pontos da cadeia logística e a conexão com o servidor web, há o acompanhamento em tempo real pelos gestores, que têm a análise da situação em que a carga se encontra. Assim, podem realizar alterações no planejamento se necessário, otimizando o tempo e as operações da frota.

Características do sistema: Ao se analisar a etapa de Gerenciamento de carga de acordo com as características evidenciadas por Bowersox e Closs (2009), observa-se a presença dos itens **Disponibilidade, Flexibilidade e Formato apropriado**. Tem-se um sistema capaz de fornecer relatórios e informar as atividades que estão ocorrendo por meio de diferentes formas de apresentação, para que os dados sejam úteis a todos os elementos participantes da cadeia logística.

- **Prateleira**

Problema solucionado: Na etapa 5) Prateleira, o RFID está presente em etiquetas padronizadas que são aplicadas às embalagens dos produtos. É a etapa final do processo logístico. Depois do monitoramento do trajeto das cargas, podem-se ter as informações sobre os locais em que os produtos foram destinados. Caso haja necessidade, desse modo é possível encontrar a origem de determinado lote, mantendo um controle e segurança ao consumidor e demais participantes da cadeia logística.

Característica do sistema: A etapa de Prateleira é mais uma forma de garantir o **Rigor** que Bowersox e Closs (2009) propõem a um sistema capaz de atender ao planejamento da empresa. Além disso, encontra paralelo com a característica da **Flexibilidade**, uma vez que pode ser útil, em momentos posteriores, à empresa e aos clientes.

Observa-se, a seguir, o Quadro 2 para melhor visualização dos problemas apontados por Meyer, Roest e Szirbik (2010) e que foram solucionados em cada etapa. Além disso, tem-se também as características que Bowersox e Closs (2009) indicam como necessárias para o melhor funcionamento de

Quadro 2. Visualização dos problemas solucionados e as características do sistema presentes em cada etapa.

Etapas	Problemas solucionados	Características do sistema
1) Certificação	- Carga no caminhão errado	- Oportuno - Exceção
2) Monitoramento da carga	- Monitoramento do trajeto - Atraso no caminhão	- Disponibilidade - Rigor
3) Controle da carga	- Monitoramento do trajeto - Atraso no caminhão	- Disponibilidade - Rigor - Oportuno - Exceção
4) Gerenciamento da carga	- Carga no caminhão errado - Monitoramento do trajeto - Atraso no caminhão	- Disponibilidade - Flexibilidade - Formato apropriado
5) Prateleira		- Rigor - Flexibilidade

um sistema e que também foram encontradas nas etapas do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina. Os itens mencionados relacionam-se com a aplicação do RFID e os resultados provenientes para a gestão da logística.

4.3 Discussões dos benefícios do RFID no Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina (SIMCESC)

A aplicação da tecnologia RFID na logística surge com os objetivos de automatizar os processos, rastreando cargas, produtos e demais elementos ao longo de um trajeto, sem a necessidade de incluir trabalho manual para a conferência ou controle. A utilização de RFID no Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina traz vantagens relacionadas ao registro de dados, agilidade no repasse de informações e a garantia de rigor e qualidade para a logística.

Desse modo, o sistema pode proporcionar tanto ao fabricante, quanto ao importador, dados valiosos sobre o transporte dos produtos. É possível identificar, desde o início do processo, se determinada carga está acompanhada da documentação necessária, se saiu no horário correto, quais os momentos das vias em que ocorreram atrasos, se houve alterações de peso ou curso durante o trajeto, quando chegou ao destino, entre outros. Assim, conforme é sustentado por Navarro, Grillo e Lima (2008), Rosa (2007) e Angeles (2006), a identificação com RFID beneficia todos os elementos participantes da cadeia, oferecendo-lhes uma visibilidade precisa, que pode ir desde a produção até a distribuição e vendas.

O controle sobre as informações fornece os subsídios para a tomada de decisões dos gestores, minimizando a ocorrência de atrasos não informados e evitando a ineficiência da frota. Além disso, permite

que haja revisão dos planos de ações, fundamentais em cargas perecíveis ou que necessitem de rigoroso prazo de entrega. O benefício está na otimização da logística, que se torna inteligente e transparente.

A automatização no controle de informações ainda permite o atendimento de exigências políticas, tanto internas, quanto internacionais. A certificação com o cadastro da carga, motorista e empresa, implica um controle real pelas autoridades, que podem identificar de imediato as irregularidades de documentação e possíveis adulterações ao longo do percurso. Com isso, atende-se ao limite de peso das estradas e às leis de transporte de cargas, permitindo a fiscalização eficaz. O controle rigoroso ainda oferece garantias necessárias ao mercado importador, desde a fabricação, o armazenamento, transporte e entrega final.

Como o SIMCESC prevê que a instalação de etiquetas RFID acompanhe o início da produção até a prateleira, em um modelo tal qual adotado por Srivastava (2004) e Assis e Teles (2011), pode-se observar também benefícios ao gerenciamento da empresa sobre o controle de estocagem. Ao obter a visibilidade dos produtos na cadeia de abastecimento, ratifica-se o caráter da gestão otimizada do sistema, pois permite que os setores varejistas e produtores acompanhem o ciclo de vida dos produtos. A utilização de RFID para controle de estoque evita os distúrbios que poderiam ocorrer por marcação equivocada de saída e entrada dos produtos, ressaltando os valores mencionados no estudo de May (2007), como maior *turn-over* do inventário e menos erros de demanda. Isto reflete um comércio abastecido e preparado para oferecer um serviço de melhor qualidade aos clientes finais.

Assim, destacam-se aqui os benefícios funcionais que o RFID proporcionou para a melhor estruturação logística do SIMCESC. Nota-se que para a adoção da tecnologia em um modelo similar por parte de

outras companhias deva ser analisada de acordo com a disposição econômica e o resultado a ser atingido. É relevante ressaltar, no entanto, que a diversificação de leitores e etiquetas RFID, assim como dos sistemas de gerenciamento, tem permitido com que a indústria da logística passe a aplicar a tecnologia cada vez mais em seus processos e em diferentes escalas.

5 Considerações finais

O objetivo deste artigo foi o de abordar como um sistema logístico solucionou diferentes problemáticas em um processo de monitoramento de trajeto e controle de informações, por meio da tecnologia RFID. Para tanto, utilizou-se como objeto de estudo o caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina. Depois da descrição do funcionamento do sistema, cruzaram-se os dados com o levantamento bibliográfico a respeito dos problemas comumente encontrados nos processos logísticos e as características indicadas para melhor execução de um sistema logístico. Ao final, foi realizada uma discussão sobre os benefícios que a tecnologia RFID proporcionou ao sistema apresentado no estudo de caso.

Assim, com a análise dos 4 módulos (Cadastro, Monitoramento, Controle e Gerenciamento) e das etapas em que o RFID se faz presente (as 4 anteriores, mais a Prateleira), verificou-se que o SIMCESC mostrou-se capaz de solucionar problemas como: atrasos de caminhão, cargas no caminhão errado e falhas no monitoramento de trajetos. Da mesma forma, também se observaram as características do sistema em: disponibilizar as informações a todos os participantes da cadeia; ser rigoroso com a precisão dos dados; estar presente no momento exato em que é necessário; apontar as ocorrências e indicar soluções; ser flexível para atender a diferentes necessidades; possuir um formato claro para o entendimento dos relatórios e das ações informadas. Por fim, constataram-se os benefícios gerais que a aplicação do RFID trouxe ao sistema, em relação à automatização dos processos, registro dos dados, rastreamento de cargas, agilidade no repasse de informações e a garantia de rigor e qualidade para a logística.

Espera-se que o artigo tenha oferecido relevante contribuição para o entendimento de como uma aplicação da tecnologia RFID pode auxiliar na execução de uma gestão de logística mais eficaz e eficiente para a resolução de problemas. Acredita-se que sistemas de monitoramento e controle, como o SIMCESC, possam exercer lideranças no setor de logística a partir do incentivo à inovação, do gerenciamento preciso dos dados, redução de custos e otimização de desempenho.

Referências

- ANGELES, R. RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues. **Information Systems Management**, v. 22, n. 1, p. 51-65, 2006. <http://dx.doi.org/10.1201/1078/44912.22.1.20051201/85739.7>
- APPLEGATE, L. M.; AUSTIN, R. D.; MCFARLAN, F. W. **Corporate information strategy and management: text and cases**. 6. ed. Boston: McGraw-Hill, 2003.
- ASSIS II, O. R.; TELES, F. Avaliação do uso de um sistema de informação voltado para operações logísticas a partir do estudo de multicase. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPRIEDADE INTELECTUAL: DESAFIOS DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA CONSOLIDAÇÃO DO BRASIL NO CENÁRIO ECONÔMICO MUNDIAL, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais... ABEPRO**, 2011.
- ATAMANCZUK, M. J.; COLMENERO, J. C.; SCANDELARI, L. Qualidade da informação logística: um estudo sobre as informações de estoques no ramo supermercadista. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 3., 2007, Ponta Grossa. **Anais... AEAPG**, 2007.
- BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **European Business Review**, v. 19, n. 4, p. 332-348, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09555340710760152>>. Acesso em: 20 ago. 2007.
- BARROS, M. **WMS no gerenciamento de depósitos, armazéns e centros de distribuição**. Instituto de Logística e Supply Chain – ILOS, maio 2005. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br>>. Acesso em: 11 ago. 2013.
- BECKER, M. et al. Challenges of applying wireless sensor networks in logistics. In: CEWIT 2009: WIRELESS AND IT: DRIVING HEALTHCARE, ENERGY, AND INFRASTRUCTURE TRANSFORMATION, 2009, Marriott Islandia. **Proceedings... CEWIT**, 2009.
- BECKER, M. et al. Logistic applications with wireless sensor networks. In: HOTEMNETS 2010: WORKSHOP ON HOT TOPICS IN EMBEDDED NETWORKED SENSORS, 6. 2010, Killarney. **Proceedings... EmNets**, 2010.
- BEHRENS, C. et al. Wireless sensor networks as an enabler for cooperating logistic processes. In: ACM WORKSHOP ON REAL-WORLD WIRELESS SENSOR NETWORKS – REALWSN'06, 2006, New York. **Proceedings... ACM**, 2006.
- BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. Resolução nº 412, de 09 de agosto de 2012. Dispõe sobre a implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV em todo o território nacional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 ago. 2012.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Supply chain logistics management**. New York: McGraw-Hill Publisher, 2002.

- BRANSKI, R. M.; LAURINDO, F. J. B. O papel da tecnologia da informação na integração logística: estudo de caso com operador logístico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais...** ABEPRO, 2009.
- COIMBRA, C. S. O custo da ineficiência na logística interna. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 5., 2005, São Paulo. **Anais...** USP, 2005.
- COSTA, F. et al. Modelo de simulação computacional para avaliar a implantação da tecnologia de identificação por rádio frequência (RFID) em uma indústria de telefones celulares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** ABEPRO, 2010
- DOMINGOS, B. S. M. et al. Análise comparativa do sistema de coletas programadas Milk Run em uma indústria de máquinas e equipamentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO – ENEGEP, 32., 2012, Bento Gonçalves, **Anais...** ABEPRO, 2012.
- DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005.
- DUROC, Y.; KADDOUR, D. RFID potential impacts and future evolution for Green projects. **Energy Procedia**, v. 18, p. 91-98, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2012.05.021>
- FREIBERGER, A.; BEZERRA, M. B. P. **RFID e seus impactos na logística**. Logística Descomplicada, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/rfid-e-seus-impactos-na-logistica/>>. Acesso em: 14 ago. 2013.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GUTIÉRREZ, V. et al. Ambient intelligence in intermodal transport services: a practical implementation in road logistics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSOR TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS, 4., 2010, Venice. p. 203-209.
- JEDERMANN, R.; MOEHRKE, A.; LANG, W. Supervision of banana transport by the intelligent container. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON “COLD-CHAIN-MANAGEMENT”, 4., 2010, Bonn. **Proceedings...** University Bonn, 2010.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Management information systems: managing the digital firm**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2004.
- LAURINDO, F. J. B. **Tecnologia da informação: eficácia nas organizações**. São Paulo: Futura, 2002.
- LAURINDO, F. J. B. **Tecnologia da informação: planejamento e gestão de estratégias**. São Paulo: Atlas, 2008.
- MACHADO, J. G. C. F.; NANTES, J. F. D. A visão institucional do processo de rastreabilidade da carne Bovina. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA AGRO-PECUÁRIA, 1., 2004, Santarém. **Anais...**, APDTICA, 2004.
- MAY, T. Strategic value of RFID in supply chain management. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 13, n. 4, p. 261-273, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pursup.2007.11.001>
- MEYER, G. G.; ROEST, G. B.; SZIRBIK, N. B. Intelligent products for monitoring and control of road-based logistics. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT AND SERVICE SCIENCE – MASS’10, 4., 2010, Wuhan. **Proceedings...** IEEE, 2010.
- NAVARRO, C. C.; GRILLO, A. P. C.; LIMA, R. S. Análise e proposição de melhorias no processo logístico em uma multinacional de tecnologia de informação e automação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** ABEPRO, 2008.
- ROSA, L. A. **Aplicação do RFID na cadeia logística**. 2006. 63 f. Monografia (MBA em Tecnologia da Informação)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2006.
- RUIZ-GARCIA, L.; STEINBERGER, G.; ROTHMUND, M. A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain. **Food Control**, n. 21, n. 2, p. 112-121, 2010.
- SOARES, R. S. et al. O impacto da tecnologia de etiqueta inteligente (RFID) na performance de cadeias de suprimentos: um estudo no Brasil. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 5, n. 9, p. 101-118, 2008.
- SRIVASTAVA, B. Radio frequency ID technology: the next revolution in SCM. **Business Horizons**, v. 47, n. 6, p. 60-68, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2004.09.009>
- SUN, C. Application of RFID technology for logistics on internet of things. **AASRI Conference on Computational Intelligence and Bioinformatics**, v. 1, p. 106-111, 2012.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION – US DOT. **Research and Innovative Technology Administration**. Washington, 2013. Disponível em: <<http://www.its.dot.gov/>>. Acesso em: 10 jul. 2013.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.