

# SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NA LOGÍSTICA DE MOVIMENTAÇÃO INTERNA

MARCELA MACIEL FERREIRA (USP)  
marcelaf@hotmail.com

Carlos Eduardo Cugasca (USP)  
carlos.cugasca@poli.usp.br



*A alta exigência do mercado por mais qualidade e eficiência nos produtos e serviços oferecidos faz com que as organizações busquem renovar suas estratégias gerenciais e competitivas no intuito de garantir diferencial. A logística é tida como atividade de expressiva importância nesse ambiente, pois tem grande influência sobre fatores como estoques, capital de giro, despesas operacionais, nível de serviço, entre outros. Logo, em face de sua importância nos processos organizacionais, a logística tem sido alvo da implementação de tecnologias emergentes que visam tornar as atividades mais eficientes. A tecnologia RFID atua nesse contexto com o objetivo de melhorar o controle das atividades logísticas e garantir benefícios como: ganhos de produtividade, confiança nos processos, diminuição de perdas, e confiabilidade nos processos. Desta forma, este artigo tem como objetivo explicar a utilização da simulação computacional como ferramenta para avaliar o desempenho da adoção da tecnologia RFID na movimentação interna de materiais.*

*Palavras-chaves: simulação, RFID, logística*

## 1. Introdução

Atualmente, a logística é vista como diferencial competitivo para empresas e para o país. A alta exigência do mercado, a globalização e os avanços tecnológicos exigem, cada vez mais, que as empresas renovem suas estratégias gerenciais e competitivas, aprofundando o conhecimento em sua área de atuação e os adequando, de maneira satisfatória para a obtenção de seus objetivos. As organizações devem se atentar para a análise da estrutura econômica do setor de atuação e aplicar estratégias voltados para este e, com isso, garantir vantagens competitivas sustentáveis, agregar maior valor aos seus produtos e assegurar retornos nos investimentos (CHOPRA; MEINDL, 2001).

Logo, considerando as constantes mudanças organizacionais, as empresas devem ser capazes de se preparar para enfrentar discontinuidades e expectativas de forma ágil e flexível, com o intuito de proporcionar ganhos a todos os envolvidos. Para obter tais ganhos, faz-se necessária a obtenção de uma visão integrada dos processos de gestão envolvidos na organização e na cadeia como um todo.

Nesse contexto, a movimentação interna de materiais é um importante elo na cadeia de suprimentos. Apesar de sua importância variar de acordo com as atividades de cada instalação, cada elemento envolvido em um sistema de movimentação interna adiciona tempo na preparação do produto final o que pode comprometer a competitividade e lucratividade da empresa (DALL'AGNOL, 2005).

A constante evolução das pesquisas no campo da tecnologia da informação e consequente redução do custo de componentes computacionais integrou dispositivos inteligentes com as mais diversas atividades, inclusive, na logística, onde se busca, com tal parceria, melhorar o controle, movimentação e armazenamento de mercadorias, além de gerar informações úteis para o apoio à tomada de decisão.

As atividades logísticas, quando envolvem atividades/processos complexos e tratam da movimentação de artigos com valor agregado significativo, são ótimas candidatas à adoção da tecnologia RFID, pois a identificação por radiofrequência permite maior controle das unidades comercializadas e das quebras operacionais. Além disso, há a possibilidade de monitoramento dos produtos desde o fabricante até o centro de distribuição, passando pelo

varejo e, por fim, até a venda ao consumidor final, o que possibilita uma visão privilegiada do funcionamento da cadeia de suprimentos.

Desta forma, o objetivo deste estudo é explanar os benefícios da aplicação da simulação computacional como ferramenta de avaliação de desempenho da adoção da tecnologia de identificação por radiofrequência em processos de movimentação interna de materiais em empresas.

## 2. Logística e movimentação interna de materiais

Entre diversas definições, a logística é entendida por Christopher (1999) como:

O processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo.

A logística está relacionada com as atividades de operação, suprimento de materiais, manuseio e expedição de produtos acabados, e desta forma, tem grande influência nos níveis de estoques, no capital de giro e nas despesas operacionais necessárias para manter as operações com eficiência e atender satisfatoriamente os clientes. Isso faz com que as atividades logísticas sejam alvo de inserção de novas práticas que visam à melhoria contínua dos processos (CÉSAR JUNIOR, 2005).

A logística de movimentação de materiais é um conjunto de atividades associadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de insumos ou produtos, como: manuseio de materiais, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas, veículos e devolução para fornecedores, entre outros (PEREIRA FILHO, 2002).

O Quadro 1, segundo Dias (1993), demonstra os principais benefícios alcançados, em cada aspecto evidenciado, por meio do sistema de movimentação de materiais.

Quadro 1 - Benefícios alcançados por meio do sistema de movimentação de materiais

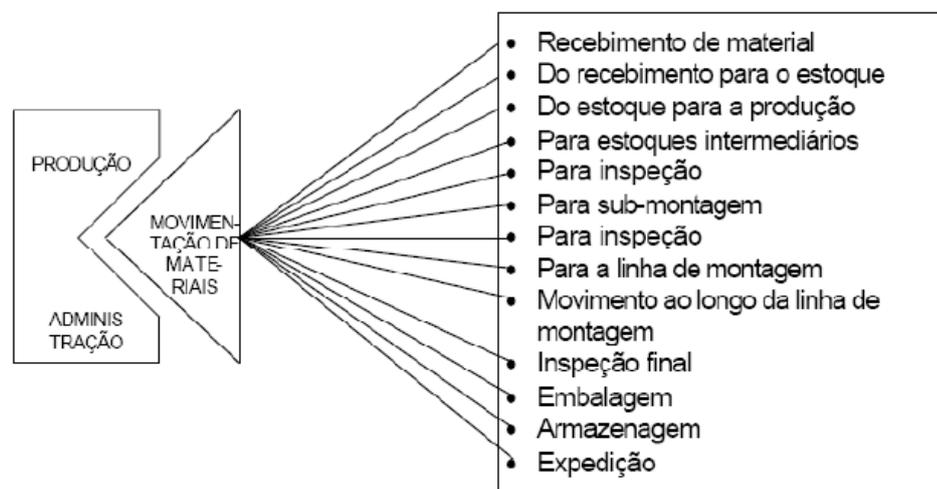
Aspecto	Benefício
Redução de custos	Melhor utilização de equipamentos, racionalização de movimentação interna e armazenagem; redução de custos de mão-de-obra, materiais e despesas gerais.
Capacidade produtiva	Incremento de produção e capacidade de armazenagem, melhor distribuição de armazenagem.
Condições de trabalho	Maior segurança, redução de fadiga, maior conforto pessoal.

Distribuição	Melhoria na circulação, localização estratégica de almoxarifados, melhorias no serviço ao usuário.
--------------	--

Fonte: Dias (1993)

Observa-se uma sequência no fluxo de materiais na movimentação interna, o que caracteriza a importância do gerenciamento da movimentação interna de materiais nas atividades industriais. A Figura 1, demonstra, segundo Moura (1997), uma esquematização do comportamento do fluxo de materiais desde a etapa do recebimento até a expedição do produto final.

Figura 1 - Fluxo de materiais no processo industrial



Fonte: Adaptado de Moura (1997)

Os sistemas de movimentação de materiais são capazes de proporcionar reduções de custos em aspectos e atividades indiretos, como (MOURA, 1997):

- Redução do trabalho de movimentação de materiais realizado por meio de mão-de-obra direta;
- Redução de mão-de-obra indireta nas atividades de movimentação física de materiais, como pessoal de expedição e recebimento, de produção, de armazenagem e almoxarifado de ferramentas, inspetores, entre outros.
- Redução dos danos, perdas e extravios de materiais por meio da movimentação padronizada;
- Redução da burocracia e dos serviços de escritório associados, através de um sistema de movimentação que minimize as necessidades de controle;
- Redução da quantidade de materiais no sistema, por meio do fluxo rápido e menor estocagem de materiais em processo;

- Redução da quantidade de materiais auxiliares, como embalagens e acondicionadores.

### 3. Tecnologia de Identificação por Radiofrequência - RFID

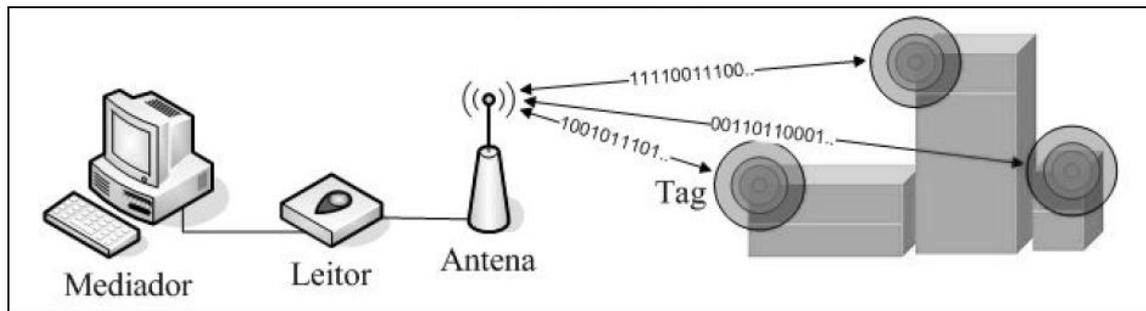
Assim como o sistema de código de barras, a tecnologia RFID é utilizada para a identificação de objetos e, até mesmo, de seres vivos. Ao contrário de sua antecessora, a tecnologia RFID não necessita de contato visual para leitura. Um dispositivo especial envia sinais de rádio com características próprias para uma etiqueta baseada em RFID, que são recebidos por um microcircuito, também denominado de *e-tag*, *RFID tag*, *transponder*, etiqueta eletrônica/inteligente, ou *tag*; o microcircuito se alimenta com o sinal recebido e responde transmitindo dados previamente armazenados. Dependendo do tamanho e da sensibilidade da antena leitora e da força da antena transmissora, a etiqueta pode ser lida a distâncias razoáveis, o que permite a utilização de tecnologia em uma variedade de situações (IGOE, 2012).

A estrutura de *hardware* dos dispositivos RFID é composta, basicamente, por três componentes, sendo estes: leitor, antena e etiqueta (*tag*) (HUANG *et al.* 2008):

- Leitor: funciona por meio da emissão de um campo eletromagnético (radiofrequência). Quando a etiqueta passa pela área de cobertura da antena, o campo emitido é detectado pelo leitor. Desta forma, o leitor decodifica a informação repassada pela etiqueta e a envia para um computador processá-la. A frequência de consulta pode ser de até 50 vezes por segundo, por exemplo;
- Antena: envia sinais para as etiquetas e recebe as informações de localização dentro de um determinado campo alcançável;
- Etiqueta (*tag*): é responsável por guardar as informações por meio de um microchip embarcado.

A interação entre a antena, o leitor e a *tag* deve permitir a identificação e leitura das informações armazenadas via rádio frequência, de acordo com o apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de sistema RFID



Fonte: Osaka, 2010

As *tags* podem ser diferenciadas como passivas e ativas. No primeiro caso, a etiqueta não conta com uma fonte de alimentação energética, logo não é possível a observação do ambiente sem um leitor como campo de transmissão de energia. As *tags* passivas são reprogramáveis e podem ser bloqueadas para a proteção dos dados. As *tags* ativas, por sua vez, possuem fonte de alimentação própria o que, inclusive, possibilita a utilização de sensores para controle do contexto ou como nós para redes sem fio. Como não há necessidade de que o leitor esteja próximo da etiqueta, neste caso, a leitura pode ser feita a uma distância maior, chegando a dezenas de metros. (STANFORD, 2003).

Além dos componentes listados acima, faz-se necessário o desenvolvimento de uma infraestrutura de rede, composta por um *software* que seja capaz de gerenciar os leitores e filtros, de repassar os dados obtidos aos interessados e integrar o sistema RFID com outros sistemas externos já existentes. Essas atividades são realizadas por um *middleware* que são camadas de *software* que não estão diretamente relacionadas às aplicações do sistema, mas são responsáveis por fornecer suporte para a execução das mesmas (FONSECA, 2007; OSAKA, 2010).

A implantação de *middlewares* para o uso do RFID é fundamental, visto que os dispositivos físicos são propensos a falhas e não são capazes de trafegar o alto volume demandado pelas aplicações mais comuns. O uso de *middleware* tem como papel fundamental tentar minimizar o efeito das limitações físicas para a interface do sistema, além de se preocupar com o interesse que diversas aplicações têm pelos dados gerados.

### 3.1 Vantagens e desvantagens da tecnologia RFID

Segundo Stanford (2003), o uso da tecnologia RFID proporciona diversas vantagens com relação a outros métodos de identificação, como: não precisar de contato direto para leitura,

ser capaz de ler objetos simultaneamente, armazenar maior quantidade de dados, poder fazer interfaces com sensores ambientais e fontes de dados digitais, entre outros.

Apesar das vantagens evidenciadas, alguns pontos desfavorecem a adoção da tecnologia supracitada, citam-se: invasão de privacidade, bloqueio de sinais por substâncias (metais, líquidos ou corpo humano), custos significantes de implantação de *software/hardware* e falta de padronização de frequências (SRIVASTAVA, 2004).

O Quadro 2, disposto a seguir, compara a tecnologia RFID com outras tecnologias de identificação levando em condição diversos fatores.

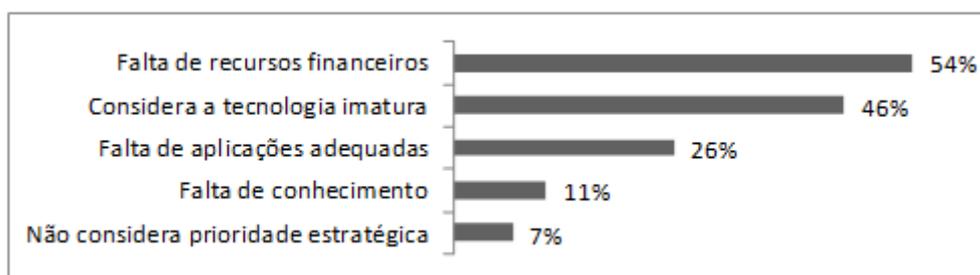
Quadro 2 – Comparativo entre tecnologias de identificação

	<b>Código de Barras</b>	<b>Cartão de Memória</b>	<b>RFID Passivo</b>	<b>RFID Ativo</b>
<b>Capacidade de alteração de dados</b>	Não alterável	Alterável	Alterável	Alterável
<b>Segurança dos dados</b>	Baixo nível de segurança	Alto nível de segurança	Entre baixo e alto nível de segurança	Alto nível de segurança
<b>Capacidade de armazenamento de dados</b>	8 – 30 caracteres	Acima de 8 Mb	Acima de 64 Kb	Acima de 8 Mb
<b>Custo relativo</b>	Baixo	Alto	Médio	Muito alto
<b>Padrão</b>	Padronizado	Não padronizado	Em evolução para padronização	Evoluindo para abertura
<b>Vida útil</b>	Curta	Longa	Indefinida	3 – 5 anos, dependendo da bateria
<b>Distância de leitura</b>	Até 1,5 metros, requer alcance visual	Apenas por contato	15 metros, dependendo da frequência do sinal	Até 100 metros
<b>Rastreamento e localização</b>	Manual	Manual	Automático	Automático

Fonte: Adaptado de Sweeney (2007)

No Brasil, assim como em outros países da América Latina, a adoção da tecnologia RFID é considerado atrasado, por razões como: alto custo de alguns componentes, poucos especialistas e baixo conhecimento sobre a tecnologia. A Figura 3 demonstra, de acordo com Xavier *et al.* (2010), quais as dificuldades consideradas pelas empresas brasileiras quanto à adoção do RFID.

Figura 3 – Dificuldades consideradas pelas empresas brasileiras para adoção do RFID



Fonte: Xavier *et al.* (2010)

### 3.2 Logística e RFID

Acredita-se que esta tecnologia tem capacidade de modificar a visão atual da logística. O RFID vem sendo explorado por grandes empresas de diferentes áreas comerciais, desde indústrias automobilísticas (Mercedes Benz, Audi, Volkswagen, etc.) a grandes varejistas (*Wal-Mart*, *Tesco*, Pão de açúcar, etc.) (NOGUEIRA FILHO, 2006). A principal razão para a utilização da tecnologia RFID está ligada à necessidade de eficiência, redução de custos e melhoria no uso dos recursos (internos e externos) (XAVIER *et al.*, 2010).

Em 2005, a *Wal-Mart* anunciou que 100 de seus fornecedores iniciavam a incorporar o sistema RFID para controlar caixas e pallets em seus estoques. Após 29 semanas de acompanhamento um estudo realizado pela Universidade de Arkansas comprovou que os itens controlados pela tecnologia tiveram redução de 16% na taxa de ocorrência de falta de estoque. A conclusão foi que, por meio das etiquetas RFID, a verificação dos níveis de estoque nas prateleiras e armazém é imediata (HUANG *et al.* 2008).

A cada dia, novas aplicações são idealizadas para o uso desta tecnologia (WANT, 2004). Processos logísticos que antes demandavam uma quantidade expressiva recursos (pessoal, tempo, material, etc.) estão passando por profundas transformações com o advento do RFID, podem-se destacar os processos de Suprimento/compras, Produção, Estoque/ Armazenagem, Distribuição/Vendas e Logística Reversa.

No caso da logística, uma das principais barreiras para a aplicação do RFID é quanto à sincronização da implementação da tecnologia nos diferentes elos de uma cadeia de suprimentos. A dificuldade está na absorção dos custos pelos participantes da cadeia, principalmente pela dificuldade de visão do benefício em médio e longo prazo (MICHAEL; MCCATHIE, 2005). De acordo com uma pesquisa realizada pelo ABI Research survey aplicada a 185 organizações que utilizam a tecnologia, apontou-se que 36,7% do total recebeu

o retorno sobre o investimento com menos de um ano após implantação (ABI, 2009 apud LARRAÑAGA, 2009).

#### 4. Simulação computacional

A simulação é utilizada em diversas áreas de estudos com o objetivo de reunir informações relevantes de determinado sistema para posteriormente analisar seus comportamentos, por meio de modelos fictícios, antes da aplicação real. Com isso, pretende-se reduzir aspectos como: gastos de tempo, inviabilidades econômicas para a implementação de estratégias empresariais e modificações sucessivas no sistema real; fatores estes que, em termos empresariais, são capazes de oferecer uma importante vantagem competitiva (HILLER; LIEBERMAN, 1997).

Nos últimos anos, a simulação computacional se tornou uma ferramenta de relevante auxílio à tomada de decisão pela melhoria de processos. Um dos principais campos de aplicação de simulação é a logística de armazéns e fábricas onde é possível a modelagem e simulação de características como o *layout*, fluxos de pessoas e materiais, métodos de trabalho etc.

A simulação é simplesmente a montagem dos componentes do sistema no computador, para a compreensão da realidade do mesmo e realização de experimentos que ajudem a prever o comportamento do sistema real diante de rearranjos operacionais (HARRELL; BATEMAN, 2002).

O Quadro 3 demonstra algumas etapas que, em geral, são comuns para a elaboração de um projeto de simulação (CÉSAR JÚNIOR, 2005).

Quadro 3 – Etapas para a elaboração de um projeto de simulação.

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
Definição do problema	Definição dos objetivos do estudo. Determinar o porquê do estudo e quais os resultados esperados.
Planejamento do projeto	Definição dos recursos a serem utilizados.
Definição do sistema	Determinação dos limites e restrições na definição do sistema e processos.
Formulação do modelo conceitual	Desenvolvimento de um modelo preliminar para definição dos componentes, variáveis descritivas, interações e lógica do sistema.
Projeto experimental preliminar	Seleção dos parâmetros e dos níveis a serem utilizados.
Preparação dos dados de entrada	Identificação e coleta dos dados necessários para o modelo.
Modelagem	Formulação do modelo em uma linguagem apropriada.
Verificação e representatividade	Confirmação do funcionamento do modelo e verificação da conformidade dos dados de saída.

Projeto final do experimento	Elaboração do modelo final para resultar nas informações desejadas e como cada rodada da simulação será feita.
Experimentação	Execução da simulação para gerar dados necessários e análise de sensibilidade.
Análise e interpretação	Análise dos dados produzidos pelo modelo de simulação.

Fonte: César Júnior (2005)

Para a obtenção de um modelo computacional correto, faz-se necessário a validação do mesmo. Desta forma, devem-se analisar as conformidades do mesmo com as características reais do processo e observar se o modelo representativo do problema está razoável com os propósitos da simulação. Logo, o encarregado de desenvolver a representação do sistema deve manter uma estreita relação entre os envolvidos diretamente com o mesmo, o que garantirá que as dúvidas sobre os processos serão sanadas e, além disso, a validação tende a ser validada de maneira mais eficiente por profissionais que lidam com o sistema diariamente (VIEIRA, 2003).

#### 4.1. Vantagens e desvantagens da simulação computacional

Uma das principais vantagens de um modelo de simulação é quanto à organização e separação dos parâmetros controláveis daqueles não controláveis e, desta forma, analisar a influência de cada um sobre o sistema como um todo ou parcialmente. O modelo, depois de criado, pode ser alterado diversas vezes o que possibilita avaliar novos projetos e políticas, pois permite analisar longos períodos em um curto espaço de tempo.

Além disso, a simulação permite a análise de sensibilidade do tipo *what-if*, onde diferentes decisões podem ser testadas e comparadas rapidamente; e teste de hipóteses do tipo “como” e “por quê” de determinados fenômenos podem ser rodados para confirmação (PEDGEN *et al.*, 1995).

Ainda como vantagem, evidencia-se a capacidade de minimizar ou evitar problemas em campo com a lógica do sistema real, pois o custo de cada rodada de simulação é praticamente desprezível, logo é possível realizar um número infinito de testes virtuais mudando apenas alguns comandos no computador.

Como todas as ferramentas de análise, a aplicação da simulação computacional também possui pontos considerados desvantajosos. Considera-se como uma das principais desvantagens a questão da necessidade de treinamento especial para a utilização da simulação computacional como ferramenta. Outro exemplo é relativo à questão de que um bom modelo de simulação pode se tornar caro e levar um tempo considerável para ser desenvolvido,

principalmente quando há dificuldade par a obtenção dos dados relativos ao sistema (DALL'AGNOL, 2005).

Ainda sobre a questão dos dados, caso os inputs não sejam adequados, o modelo não descreverá o sistema real e, conseqüentemente, não gerará bons resultados. Este fato alerta para a necessidade de um trabalho criterioso quanto à construção e alimentação do modelo (CORRÊA, GIANESI, CAON, 2001).

#### **4.2 Simulação computacional e Logística**

A utilização da simulação computacional como ferramenta é verificada em diversas áreas de aplicação, como em hospitais, portos, aeroportos, estações de metrô/trem, malhas ferroviárias, supermercados, cadeias logísticas, bancos, entre outros. Como se observa nos exemplos citados, a ferramenta é comumente explorada por atividades relacionadas a sistemas logísticos, onde sua utilização pode ser explorada para auxiliar nas tomadas de decisão do tipo qual deve ser a melhor política de estocagem, transporte e distribuição durante todos os elos da cadeia de suprimento envolvida (DALL'AGNOL, 2005).

Grandes empresas atuantes no Brasil (Ryder, Axis Sinimbu, CVRD, Petrobrás, Aracruz, Copersucar, Cenibra, entre outras) que possuem a atividade logística como seu principal negócio ou como parte crítica do mesmo, utilizam de ferramentas de simulação para a melhoria de seus processos (VIEIRA, 2003). No caso da CVRD a ferramenta é utilizada para simular alterações na malha ferroviária e na movimentação de vagões no porto. A Petrobrás, por outro lado, simula a movimentação de plataformas marítimas, com o objetivo de dimensionar a frota de rebocadores. Na Aracruz, Copersucar e Cenibra, a simulação possibilitou o estudo com relação ao abastecimento de madeira ou cana de açúcar e, também, auxiliou no dimensionamento da frota e na alternativa de trechos de transporte intermodal.

#### **5. Considerações finais**

Entre os benefícios observados através da adoção da tecnologia RFID na logística, observam-se a diminuição da discrepância de dados, incremento na produtividade, melhor serviço ao cliente, geração de dados seguros para apoio a tomada de decisão e redução de custos operacionais. Desta forma, evidencia-se que o uso correto da tecnologia RFID tem a

capacidade de oferecer diferencial competitivo, sustentabilidade no mercado e retorno financeiro para as empresas que utilizam de maneira eficiente a tecnologia em suas atividades logísticas.

No entanto, adverte-se quanto à necessidade de uso eficiente da tecnologia. Logo, a inserção do RFID no ambiente empresarial deve ser realizada por profissionais especializados para que o sistema seja dimensionado de maneira que potencialize as capacidades, produza dados confiáveis e não gere custos desnecessários de implantação. Nesse âmbito, a simulação computacional atua como uma ferramenta capaz de analisar os benefícios e limitações da adoção da tecnologia RFID em determinado processo, oferecendo a possibilidade de não necessitar da realização de um projeto piloto real, inclusive, avaliar as interferências no processo simulando um extenso horizonte de tempo.

## REFERÊNCIAS

CÉSAR JÚNIOR, O. **Uma contribuição à análise de cadeias de suprimento através de simulação computacional**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Puc-paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.ppga.com.br/mestrado>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**. New Jersey: Prentice-Hall, 2001. 354p.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – estratégias para a redução de custos e melhoria de serviços**. 1a. edição. São Paulo. Editora Pioneira, 1999.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ERP: Conceitos, Uso e Implantação**, 4ª Edição, Editora Atlas, 2001.

DALL'AGNOL, W. J. **Aplicação de simulação computacional na avaliação de desempenho da cadeia produtiva através da colaboração e melhorias dos processos logísticos**. 2005. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Puc-paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.ppga.com.br/mestrado>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

DIAS, M. A. P., **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 1993.

FONSECA, H. **Estudo Comparativo de Middlewares para RFID**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado) - PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www-di.inf.puc-rio.br>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

HARRELL, C. R.; BATEMAN, R. I. **Simulação: Otimizando os sistemas**. 2. ed. São Paulo: IMAM, 2002. 135 p.

HILLER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Investigação de Operações**; McGraw Hill, 1997.

HUANG, C.; LO, L.; WANG, W.; CHEN, H. **A Study for Optimizing the Reading rate of RFID Tagged Cartons in Palletizing Process**. IEEL, pp. 1138-1142., Dez 2008.

IGOE, T. **Getting Started with RFID: Identify Objects in the Physical World with Arduino**. Sebastopol: O'reilly Media, 2012. 30 p

LARRAÑAGA, F. **Radiofrequency identification current and prospective scenario, Future studies research jornal**. p. 23-42, Jul/Dez 2009. Disponível em: <<http://www.journaldatabase.org/articles>>. Acesso em: 17 nov. 2012.

MICHAEL, K.; MCCATHIE, L. **The Pros and Cons of RFID in Supply Chain Management**. Proceedings of the International Conference on Mobile Business (ICMB'05) 2005.

MOURA, R. A. **Manual de logística - armazenagem e distribuição física**, volume 2. São Paulo: IMAM, 1997.

NOGUEIRA FILHO, C. C. **Tecnologia RFID aplicada à logística**. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Puc-rj, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br>>. Acesso em: 19 nov. 2012.

OSAKA, W. G. **Plataforma para auxílio ao gerenciamento da tecnologia médicohospitalar em ambientes assistenciais de saúde usando RFID**. 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Ufsc, Florianópolis, 2010. Disponível em: <<http://www.ppga.com.br/mestrado>>. Acesso em: 5 mar. 2013.

PEDGEN, D. C.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. **Introduction of Simulation using Siman**. 2 ed. USA: McGraw-Hill, 1995. 600 p.

PEREIRA FILHO, O. R. **Gerenciamento logístico do fluxo de informações e materiais em unidade industrial aeronáutica**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de ECA, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002. Disponível em: <<http://www.ppga.com.br/mestrado>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

PINHO, A.; LEAL, F.; MONTEVECHI, J.; MARTINS, F.; MAPA, S.; RIBEIRO, M. **Aumento de Produtividade em uma Linha de Montagem de Chassis Automotivos Através da Simulação Computacional**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. Anais... Disponível: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/>

SRIVASTAVA, B. **Radio Frequency ID technology: The next revolution in SCM**, Business Horizons, pp. 60-68, Nov/Dez 2004.

STANFORD, V. **Pervasive Computing Goes the Last Hundred Feet with RFID Systems**. Pervasive Computing, IEEE, pp. 9-14, Abril/Jun 2003.

SWEENEY, P. J.. **RFID for Dummies – A Reference for the Rest of Us**. Wiley Publishing Inc: Indianápolis, 2007.

VIEIRA, G. E. **Avaliação dos impactos do planejamento colaborado em cadeias produtivas por meio de simulação computacional**. Projeto submetido ao CNPQ e aprovado pelo comitê Assessor de Engenharia de Transportes e de Produção. 2003.

WANT, R. **RFID A Key to Automating Everything**, Scientific American, pp. 56-65, Janeiro 2004.

XAVIER, F.; HIKAGE O.; PESSÔA, M.; FLEURY, A. **A View about RFID Technology in Brazil**. IEEL, pp. 1-9, jul 2010.