



15º Congresso de Iniciação Científica

DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO E PESQUISA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO BASEADOS NA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Autor(es)

BIANCA ZUPPARDO

Orientador(es)

Silvio Roberto Ignácio Pires, Fernando Bernardi de Souza

Apoio Financeiro

PIBIC

1. Introdução

Nesta seção serão brevemente apresentados alguns conceitos básicos que fundamentam os principais temas tratados nesta proposta de pesquisa, quais sejam, Gestão da Cadeia de Suprimentos, Teoria das Restrições e sua proposta para sistemas de distribuição e Simulação. Gestão da Cadeia de Suprimentos Durante os últimos anos, o conceito de Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management – SCM) se expandiu e cresceu muito em importância, tanto no ambiente empresarial com o no acadêmico. Apesar disso, ainda é comum encontrar definições distintas sobre o que realmente seria a SCM. PIRES (2004) lembra que existem diversas definições de SCM e que elas geralmente são complementares e realizadas sob a visão e background de seus autores. MENTZER et al. (2001) também ressaltam o amplo escopo da SCM, dividindo as definições de SCM em três categorias, que são: (1) uma filosofia gerencial, (2) um conjunto de atividades para implementar uma filosofia gerencial e (3) um conjunto de processos gerenciais. Nesse sentido, a SCM é definida como “um modelo gerencial que busca obter sinergias através da integração dos processos de negócios chaves ao longo da cadeia de suprimentos. O objetivo principal é atender o consumidor final e outros stakeholders da forma mais eficaz e eficiente possível, ou seja, com produtos e/ou serviços de maior valor percebido pelo cliente final e obtido através do menor custo possível” (PIRES, 2004). Pelo seu escopo, este projeto de pesquisa tem interesse especial em alguns aspectos logísticos da SCM. Como os termos Logística e SCM são algumas vezes confundidos, cabe lembrar o trabalho de COOPER et al. (1997), que já relatavam que executivos de corporações líderes em seus segmentos, e que estavam implementando o estado da arte em SCM, entendiam o escopo maior da SCM, comparativamente aos processos e funções da Logística. Esses mesmos autores lembram que o Council of Logistics Management dos EUA havia modificado sua definição de Logística para indicá-la como um subconjunto (subset) da SCM e que os dois termos não são sinônimos, definindo Logística como “a parte

dos processos da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações correlatas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes”. Proposta da Teoria das Restrições para logística de distribuição Desde seu surgimento, há praticamente duas décadas, a Teoria das Restrições (Theory of Constraints - TOC) tem se expandido rapidamente e se consolidado como um importante modelo para gestão de negócios. Nesse sentido, diversas questões gerenciais têm sido analisadas, estruturadas e apresentados sob a perspectiva da TOC. Alguns bons exemplos são as abordagens para indicadores de desempenho baseados na Contabilidade de Ganhos (CORBETT NETO, 1997; NOREEN et al., 1995), o estudo do método Tambor-Pulmão-Corda e Gerenciamento do Pulmão para planejamento e controle da produção (GOLDRATT, 1991; UMBLE & SRIKANTH 1990; STEIN, 2000), a proposta da Corrente Crítica como alternativa para a prática do gerenciamento de projetos (GOLDRATT, 1997; CERVENY & GALUP, 2002) e até mesmo o uso dos processos de raciocínio para identificação de problemas, desenvolvimento de solução e implementação (GOLDRATT, 1994; DETTMER, 1997). Entretanto, existem áreas no escopo da gestão produtiva em que os preceitos da TOC foram ainda pouco explorados, como é o caso da emergente área da Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management - SCM). Ainda que o número de referências bibliográficas encontradas sobre o tema é relativamente reduzido, a TOC pode trazer interessantes contribuições para a SCM, tanto no que se refere a redefinições na forma de dimensionar e distribuir estoques, como também na maneira de conceber, avaliar e controlar algumas transações dentro da cadeia de suprimentos (Supply Chain - SC). Na visão da TOC, a gestão de uma cadeia de suprimentos (Supply Chain – SC) é uma extensão lógica da gestão de uma fábrica e, portanto, deve ter o mesmo objetivo: maximizar a satisfação dos clientes e acionistas por meio da excelência na entrega e na capacidade de resposta às necessidades dos consumidores, maximizando o ganho a um mínimo de inventário e despesas operacionais. Para serem globalmente competitivas, as empresas devem ser capazes de visualizar cadeias de suprimentos geograficamente dispersas como um todo, e entender como cada elo relaciona-se a este todo (STEIN, 2000). A TOC propõe também uma visão até certo ponto distinta de logística. Segundo Goldratt (2005), uma adequada formulação logística deve resolver um dilema típico de qualquer sistema de distribuição. Para o autor, para atingir seus objetivos, um sistema de distribuição deve reduzir seus custos, o que implica em manter baixos níveis de estoques nos seus canais de distribuição. Por outro lado, é fundamental que este possibilite uma maximização das vendas, o que leva a manter-se altos níveis de estoques. Para que este conflito possa ser compreendido e eliminado, Goldratt (2005) sugere que se compreenda a fundo, dois fatores logísticos essenciais à gestão de materiais ao longo de uma rede de distribuição, quais sejam: o lead time de reabastecimento (LTR) e as variabilidades na duração do LTR e da demanda ao longo do LTR. Para que não fique desabastecido, cada elo de um sistema de distribuição deve solicitar um nível de inventário de acordo com o seu consumo dentro do LTR e de acordo com as variabilidades da demanda e do próprio LTR. Quanto maiores o LTR ou as variabilidades mencionadas, maiores devem ser os estoques planejados. Então, ao se considerar as variações no consumo ou no lead time de reabastecimento, o nível de inventário a ser mantido deve ser aquele previsto de acordo com o consumo máximo dentro do lead time de reabastecimento, multiplicado por um fator de segurança que reflita o nível de incerteza considerado. Com o intuito de encontrar formas de se reduzir as necessidades de estoques ao longo dos canais de distribuição, Goldratt (2005) divide o LTR em dois componentes: - Lead time dos pedidos (LTP) ou order lead time: corresponde ao período de tempo para que um pedido seja colocado e o processo de reabastecimento iniciado. - Lead time de suprimento (LTS) ou supply lead time: o qual é a soma do lead time de produção com lead time de transporte. O tempo total para reabastecimento de um item no PDV poderia, portanto, ser escrito de acordo com a equação $LTR = LTP + LTS$. Goldratt (2005) comenta que a subdivisão do LTR em lead time do pedido e lead time de suprimento ajuda a compreender o perfil de estoques ao longo dos canais de distribuição. Para o autor, se a única forma de se reduzir os estoques sem comprometer as vendas é reduzindo o LTR, deve-se eliminar um importante pressuposto por detrás da lógica tanto do LTP quanto do LTS, qual seja, o conceito de lote econômico. Se a redução no LTR a partir da exclusão do lote econômico como norteador de decisões gerenciais tem um impacto direto na redução dos estoques, existe, segundo Goldratt (2005), um impacto indireto muitas vezes negligenciado. Quanto menor o LTR, menores serão as variabilidades da demanda dentro do LTR, como também menores serão as variabilidades na duração do próprio LTR, levando a redução do fator de segurança anteriormente mencionado. Assim, o autor enfatiza que reduções de, por exemplo, 10 % no LTR levam a reduções sempre

maiores que 10 % no estoque total. Redefinidos os critérios a serem considerados no dimensionamento dos tempos de reabastecimento, Umble e Umble (2002) e Yuan et al. (2003) discutem o método proposto pela TOC para gestão dos estoques ao longo de um canal de distribuição. Segundo Yuan et al. (2003), a solução da TOC para questões de reposição de estoques se posiciona na premissa que os estoques devem ficar nos pontos onde as previsões de venda são mais acuradas, ou seja, na fábrica ou em um armazém central. Este é o ponto com maior agregação do sistema, o que aumenta substancialmente as precisões das previsões de demanda. Esta abordagem aumenta a confiabilidade das reposições nos armazéns regionais, ao fazer com que o tempo de suprimento se equipare apenas ao tempo de transporte, uma vez que haverá uma alta probabilidade de encontrar o item necessário no depósito central. Ainda de acordo com Yuan et al. (2003), para implementar este sistema logístico, o fabricante deve controlar os estoques dos clientes, reduzir os estoques dos armazéns regionais e dos pontos de venda, e estabelecer um eficiente sistema de reposição a partir do depósito central. Esta sistemática aumenta substancialmente os estoques do armazém central, mas reduz drasticamente os estoques regionais e nos pontos de venda, gerando uma redução significativa nos estoques de todo o sistema. Estabelecidos os níveis de estoques (pulmões) entre os elos da SC, o próximo passo é gerenciá-los. O propósito do pulmão é proteger o desempenho de entregas, significando que o produto vai estar onde for necessário no momento em que for necessário, e o excesso vai ser minimizado, o que significa mais retorno sobre o capital. Basicamente, a idéia por trás do gerenciamento de pulmão é o monitoramento dos níveis de inventário no cliente e nos armazéns centrais e regionais e compará-los com o tamanho do pulmão planejado. Goldratt (2005) apresenta uma abordagem detalhada de como fazer uso do gerenciamento de pulmão para, simultaneamente, reduzir ao mínimo a quantidade de estoques mantidos e garantir um alto nível de serviço prestado. Especificamente em relação ao armazém central, se torna simples checar a quantidade de inventário e puxar a produção da fábrica quando necessário. Para se decidir o produto a ser produzido, deve-se determinar o produto com o menor nível de inventário, e produzir até o nível de inventário alvo para este produto. Goldratt (2005) apresenta alguns resultados esperados advindos da implementação da abordagem TOC para logística de distribuição e Gestão da Cadeia de Suprimentos: Ø Inventário no sistema cai, tipicamente, para 50% do seu valor inicial; Ø Vendas aumentam em 20%; Ø Transferências internas entre armazéns regionais caem (tipicamente para quase zero); Ø Obsolescência cai (tipicamente para menos que a metade); Ø Despesa Operacional permanece aproximadamente a mesma; Ø Relacionamentos entre clientes e fornecedores melhoram significativamente. Simulação Simular significa reproduzir o funcionamento de um sistema, com o auxílio de um modelo, que permite testar algumas hipóteses sobre o valor das variáveis controladas. As conclusões são usadas então para melhorar o desempenho do sistema em estudo. A simulação é vista atualmente como a melhor técnica para estudar ou entender sistemas, pois contribui para uma análise da realidade sem muita dificuldade (ABDURAHIMAN et al., 2000). Para Saliby (1989), são várias as razões para se usar a simulação na manufatura: Ø Modelos mais realistas; Ø Processo de modelagem evolutivo; Ø Possibilidade de fazer simulações do tipo what if; Ø Possibilidade de reduzir a complexidade da realidade focando somente nas variáveis importantes do problema; Ø Fácil interface com o usuário, mesmo que ele seja leigo no assunto; Ø Soluções rápidas, ainda que pobres; Ø Custo relativamente baixo. Prado (1999) apresenta as aplicabilidades mais comuns da simulação, quais sejam, linhas de produção, logística, comunicação, varejo e prestadoras de serviços, estudo de confiabilidade e processamento de dados. Apesar de sua ampla gama de aplicações, o autor salienta que a simulação é mais usada para estudos de sistemas manufatureiros ou logísticos. Ainda segundo Prado (1999), a justificativa para tal é que tais sistemas são mais fáceis de modelar e também a alta pressão competitiva do setor. A criação de uma simulação é precedida da elaboração do modelo. Para Abdurahiman et al. (2000), a fase mais importante e difícil da simulação é a de modelagem. De acordo com os autores, a experiência demonstra que na fase de modelagem, quando se tenta incluir muitos detalhes, o modelo torna-se dispendioso e não efetivo. O modelo, por sua vez, é definido como um “sistema” que busca representar a realidade ou parte dela. Feinstein et al. (2002) classificam os modelos em 4 tipos: verbal, gráfico (desenhos e ilustrações), físico (protótipos) e matemáticos. Ainda que os modelos possam ser simulados em diversos softwares, dispõe-se atualmente de diversos programas de simulação com características e objetivos claramente definidos. Os simuladores permitem que o aluno interaja com o programa, jogando contra o computador ou interagindo com o modelo criado.

2. Objetivos

Este projeto de pesquisa teve como objetivo desenvolver modelos de simulação, desenvolvidos com o auxílio do simulador ProModel, os quais estão baseados na proposta da Teoria das Restrições para Sistemas de Distribuição. Os modelos a desenvolvidos são desdobramentos e dão continuidade ao trabalho de Antonio (2006).

3. Desenvolvimento

Uma cadeia de distribuição é um conjunto composto por unidades produtoras de bens, fábricas, unidades de armazenagem e pontos de venda. Pedidos de clientes chegam constantemente nos pontos de venda e são atendidos com produtos estocados nos armazéns dos respectivos pontos. Os armazéns têm seus estoques continuamente reduzidos até atingir um nível mínimo, o que dispara um pedido de ressuprimento ao armazém regional que o supre com uma quantidade especificada. Os armazéns regionais, por sua vez, têm seus níveis também reduzidos à medida que suprem os armazéns dos pontos de venda, e disparam pedidos de ressuprimento ao armazém central localizado na fábrica. O armazém da fábrica dispara ordens de produção ao PCP quando atinge certo nível de ressuprimento. Logo, a produção da fábrica é puxada a partir do armazém. Os pedidos são transferidos eletronicamente, e a transferência dos lotes de produtos é feita por meio de caminhões. Logo, há um tempo de espera (lead time) entre o envio do pedido de um armazém para outro à montante e o ressuprimento efetivo, visto que há o tempo de espera para que um veículo de transporte esteja disponível e o tempo de transporte até o armazém gerador do pedido. Praticamente não há lead time entre a fábrica e o armazém central, e entre os armazéns dos pontos de venda e os pontos de venda, respectivamente, visto que tais unidades encontram-se localizadas nas mesmas instalações, não requerendo veículos, como caminhões, para o transporte de longa distância. A ligação entre os armazéns é feita por rodovias, cujas distâncias entre localidades (nós) são conhecidas. A partir da estimativa da velocidade média de transporte dos veículos é possível calcular o tempo de transporte entre os armazéns. Os veículos transportam uma carga de cada vez, e retornam vazios para sua garagem, que se localiza na fábrica. Este projeto de pesquisa caracterizou-se como uma pesquisa experimental, uma vez que os estudos em simulação nada mais são que experimentos planejados e conduzidos em cima de modelos lógico-matemáticos (HARREL et al., 2002). Uma vez caracterizada como experimental, a pesquisa implicou no desenvolvimento de uma série de passos. Em Gil (2002) pode-se encontrar as principais etapas que perfazem uma pesquisa experimental, as quais, devem ser adaptadas para refletir as particularidades de um estudo de simulação. A construção de uma simulação envolve desde o seu planejamento até a implementação dos resultados. No entanto, deve se ter em mente que cada projeto de simulação é único e demanda diferentes esforços e habilidades dos executores, mas, de uma maneira geral, os passos para elaboração e implementação de uma simulação são (HARREL et al., 2002): a) Formulação do problema; b) Estabelecimento de objetivos; c) Formulação e planejamento do modelo; d) Coleta de dados e desenvolvimento do modelo; e) Verificação e validação do modelo; f) Experimentação e análise dos resultados; g) Documentação e Apresentação; h) Implementação. O objetivo do modelo desenvolvido é prover informações quantitativas que permitam decidir qual de 2 alternativas possibilita o menor lead time de atendimento de pedidos de ressuprimento dos armazéns regionais mantendo os mesmos níveis de estoques totais. As alternativas são as seguintes: Os pedidos de ressuprimento dos armazéns regionais são enviados a um armazém central anexo à fábrica. Este, por sua vez, “puxa” a produção da fábrica por meio do envio de ordens logo que o nível de seu estoque atinge o ponto de ressuprimento; Os pedidos de ressuprimento dos armazéns regionais são enviados diretamente à fábrica, que não possui armazém central. Ao término deste projeto de pesquisa, esperava-se alcançar os seguintes resultados: obter modelos de simulação que incorpore, na forma de uma adequada parametrização, os conceitos definidos e defendidos pela TOC no que concerne às práticas de logística de distribuição;

4. Resultados

Os dados utilizados no modelo criado são fictícios, e têm o propósito de verificação e ilustração do problema modelado. No entanto, o mesmo modelo pode ser utilizado para a solução de um problema real por meio da

substituição dos dados fictícios por dados reais. Após o planejamento dos dados que determinaram as lógicas que validariam o modelo, obtiveram-se duas estruturas por motivos de comparação entre elas, ou seja, um modelo o qual representaria a simulação de uma cadeia de suprimentos com a presença de um armazém central anexo a fábrica, corrigindo com a Teoria das Restrições, e o segundo modelo o qual simularia a cadeia de suprimentos sem a presença de um armazém central. Para que se pudesse de fato efetivar a validação do modelo e que fosse possível a análise dos dados o modelo foi planejado com dados referente: a demanda, dados referentes aos armazéns, tempos de transporte entre os armazéns, dados referentes à fábrica, dados da simulação. As lógicas necessárias para a elaboração e estruturação do modelo no PROMODEL, foram desenvolvidas de acordo com a compreensão do programador em relação ao PROMODEL e ainda em conjunto com o conhecimento adquirido sobre a Teoria das Restrições. Com todos os resultados obtidos do planejamento e estruturação do modelo tanto figurativo quanto na questão lógica, obteve-se um dos resultados esperados, ou seja, de acordo com a Teoria das Restrições espera-se uma redução do lead time de ressuprimento devido à presença de um armazém central anexado a fábrica, porém a lógica desse armazém central não se concretizou perante a dinâmica do “PUXAR” a produção requerida pela Teoria das Restrições. Os resultados obtidos entre os dois modelos executados podem ser analisado no quadro 6.

5. Considerações Finais

Pode-se concluir com os resultados obtidos que a agregação de estoque em um armazém central é o primeiro passo da solução TOC, mas não é o único. Não basta ter um armazém central, mas é preciso que ele opere como tal, no simulador através de lógicas nas quais proponham não empurrar estoques ao longo do canal de distribuição; O fato de os estoques serem empurrados gera o envio dos produtos ao longo dos canais de distribuição em quantidades maiores que o real consumo dos elos da cadeia. Uma forma de se empurrar estoques é fazer uso de políticas de reposição baseadas em conceitos de ponto de pedido e lote econômico ou Mínimo/Máximo (muitas vezes justificados por previsões de vendas); De acordo com a simulação que foi estudada e viabilizada no Software PRO MODEL, é possível alcançar bons resultados com a agregação de estoques, mesmo quando a cadeia continua empurrando estoques; Porém para futuras pesquisas, baseadas no modelo desse projeto, pode-se verificar que melhores desempenhos podem ser alcançados quando não apenas se agrega estoques, mas também passa a operar segundo o modo puxado de distribuição.

Referências Bibliográficas

- ABDURAHIMAN, V.; HIRATA, C.M.; KIENBAUM, G.; PAUL, R.J. **An intelligent simulation modeling environment**. Anais do XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção e VI International Conference on Industrial Engineering and Operations Management – ENGEOP. São Paulo, Brasil, 2000.
- ANTONIO, D.G. **Práticas e Iniciativas da Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística modeladas em software de simulação**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – UNIMEP. Santa Bárbara D’Oeste, SP, 2006.
- BALLOU, R. **Gerenciamento da CADEIA DE Suprimento**, 1999.
- CERVENY, J.F.; GALUP, S.D. **Critical Chain project management holistic solution aligning quantitative and qualitative project management methods**. Production and Inventory Management Journal. Third/fourth quarter, p.55-64, 2002.
- CHRISTOPHER. M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento**, 1997.
- COOPER, M.C.; LAMBERT, D.; PAGH, J. **SCM: more than a new name for Logistics**, International Journal of Logistics Management, V. 8, No. 1, 1997.
- CORBETT NETO, T. **Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo coma Teoria das Restrições**. São Paulo: Ed. Nobel, 1997.
- COX III, J. F. & SPENCER, M. S., **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre, RS, Ed. Bookman, 2002.
- CORREA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento Programação e Controle da Produção**, 2001.

CORREA, H. L.; GIANESI, G. N. **Just in time, MRP II, OPT: Um enfoque Estratégico**. 2.ED. São Paulo: Atlas, 1993.

DETTMER, W. Goldratts Theory of Constraints: **A Systems Approach to Continuous Improvement**. Ed. ASQC, Quality Press, 1997.

FEINSTEIN, A.H.; MANN, S.; CORSUN, D.L. **Charting the experimental the experimental territory: clarifying definitions and uses of computer simulation, game, and role play**. Journal of Management Development, v.21, n.10, 2002.

GAITHER, N.; FREZIER, G. **Administração da Produção e Operações**, 2002.

GARCIA, C., **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos**. São Paulo, SP, Ed. da USP, 1997.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDRATT, E. M. **A síndrome do palheiro: garimpando informação em um oceano de dados**. São Paulo: Educator, 1991.

GOLDRATT, E. M. **Mais que sorte... um processo de raciocínio**. São Paulo: Educator, 1994.

GOLDRATT, E.M. **Corrente Crítica**. São Paulo: Ed. Nobel, 1997.

GOLDRATT, E. M. **TOC insights into distribution**. Adquirido em: <http://www.toc-goldratt.com.>, 2005.

GOLDRATT, E. M.; SCHRAGENHEIM, E. & PTAK, C. **Necessária, sim, mas não suficiente: uma história baseada na Teoria das Restrições**. Great Barrington: North River Press, 2000.

GOLDRATT, E, M.; COX, L. **A meta: Um processo de Melhoria contínua**. São Paulo: Nobrl, 2002.

HARREL, C.R.; MOTT, J.R.A.; BATEMAN, R.E.; BOWDEN, R.G.; GOGG T.J. **Simulação: otimizando sistemas**. São Paulo: Iman, 2002.

HILLIER, F. S. & Lieberman, G. J., **Introdução à Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, RJ, Ed. Campus, 3ªed,1988.

KENDALL, G. I.; **Visão viável: transformando o faturamento em lucro líquido**. Tradução Renate Schinke. – Porto Alegre: Bookman, 2007.

MABIN, V. J.; BALDERTONE, S J. **The Performance of the theory of constraints methodology analysis and discussion of successful TOC applications**. Internacional Journal of Operacions e Production Management, VOL. 23, No.6, Emerald, 2003.

MENTZER, J.T; DEWITT, W.; KEEBLER, J.; MIN, S.; NIX, N.; SMITH, C.; ZACHARIA, Z. **Defining supply chain management, Journal of Business Logistics**, Vol. 22, No. 2, 2001.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**, 2000, EDITORA, Local de Publicação?

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKAY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo: Educator, 1996.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.

PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999.

RAHMAN, S. **Theory of Constraints - a Review of the Philosophy and its Applications** Internacional Journal of OpERATIONS E Production Management. Vol.11, no.4,1998.

SALIBY, E. **Repensando a simulação: a amostragem descritiva**. Atlas: São Paulo, 1989.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARRISON, Alan, Johnston, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARRISON, Alan, Johnston, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

SOUZA, F. B. **Uma visão geral da Teoria das Restrições com aplicação em uma metodologia de integração de empresa**. São Carlos, 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

STEIN, H. **An investigation into the fundamentals of critical chain project scheduling**. International Journal of Project Management. V. 19, p.363-369, 2000.

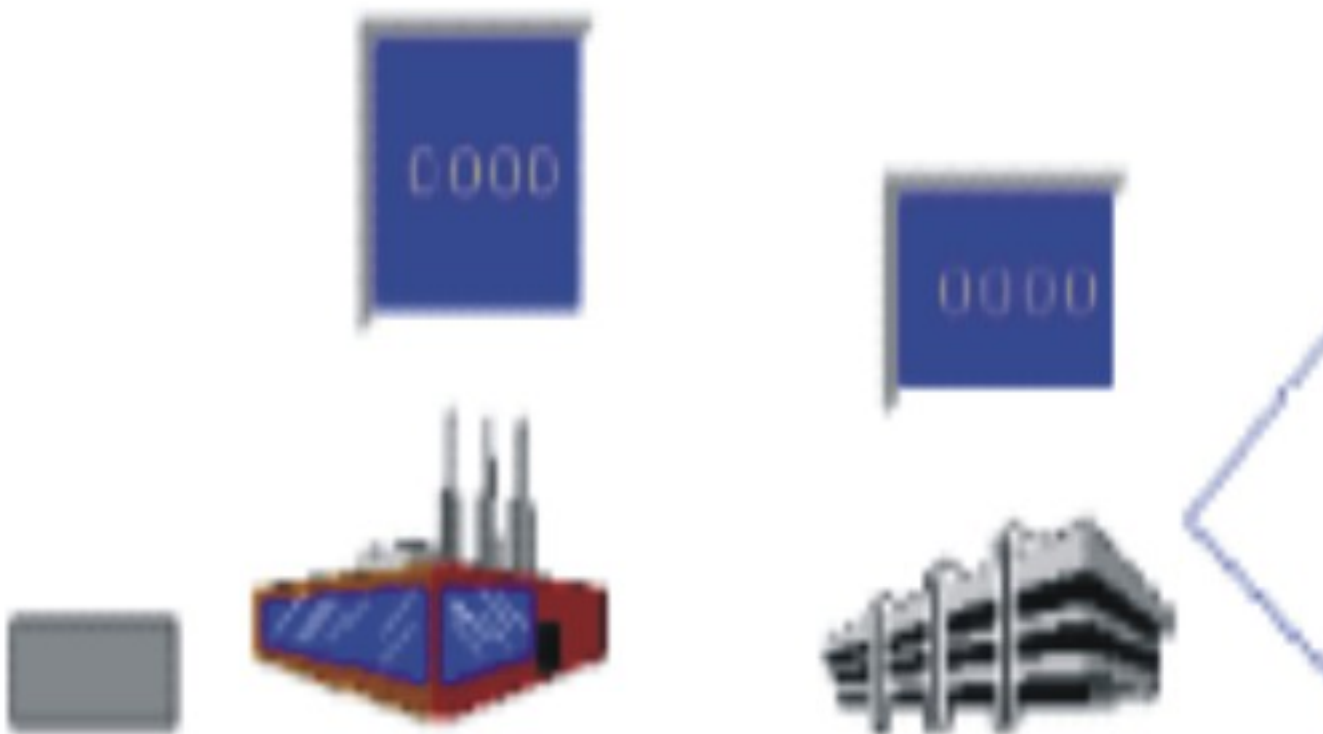
UMBLE, M. M.; SRIKANTH, M. L. **Synchronous manufacturing: principles for world class excellence**. Cincinnati: South Western, 1990.

UMBLE, E. J.; UMBLE, M. **Integrating the Theory of Constraints into Supply Chain Management**. Proceedings of the 33rd annual Decision Sciences Conference, p. 479-484, 2002.

YUAN, K; CHANG, S; LI, R. **Enhancement of Theory of Constraints replenishment using a novel**

generic buffer management procedure. International Journal of Production Research, v. 41, n. 4, p. 725-740, 2003.

Anexos





Quadro 1: Resultados d

Armazém regional	Lead time B (com
	média
1	12,27
2	12,91
