



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE PISOS DE CERÂMICOS A PARTIR DA SIMULAÇÃO NO INDICADOR DE NÍVEL DE SERVIÇO

Patricia Stella Pucharelli Fontanini (1); Flávio Augusto Picchi (2); Marcel Oda (3)

(1) Departamento de Arquitetura e Construção Civil – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas - São Paulo, Brasil – e-mail: pspucha@terra.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Construção Civil – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas - São Paulo, Brasil – e-mail: fpicchi@lean.org.br

(3) Departamento de Administração – Faculdade de Administração da Anhanguera – Rio Claro - São Paulo – Brasil – e-mail: marcel.oda@unianhanguera.edu.br

RESUMO

As empresas têm buscado a integração de suas informações nas cadeias de suprimentos, mas ainda, as iniciativas observadas são tímidas, que visam à integração do fluxo de informações entre agentes dos sistemas produtivos. Além da otimização do fluxo de informação, é necessária a sincronia do fluxo de materiais entre os elos da cadeia. A pesquisa justifica-se pelo fato de inúmeras cadeias de suprimentos do setor da construção civil ainda trabalharem com a produção e distribuição empurrada, ou seja, sem foco na demanda real do cliente final. O presente artigo teve como objetivo avaliar o cenário atual de uma cadeia de suprimentos típica de pisos cerâmicos. A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso exploratório, no qual também se aplicou uma estratégia de pesquisa adicional, a simulação. Na modelagem da simulação foram considerados os dados obtidos nas entrevistas semi-estruturadas com os gerentes, líderes e funcionários dos diversos elos da cadeia de suprimentos analisada (centro de distribuição, loja de materiais de construção e cliente final). A simulação contemplou o sistema operacional dos três agentes da cadeia de suprimentos. O sistema de distribuição modelado foi o original e real, Empurrado-Empurrado (EE-EE). Entre os resultados deste estudo de caso, destacou-se: (a) a proximidade dos resultados obtidos na simulação com o cenário atual observado, (b) a possibilidade de verificação do indicador de nível de serviço projetado, com possibilidades de variação na frequência e intervalo do pedido.

Palavras-chave: cadeia de suprimentos, mentalidade enxuta, pisos cerâmicos, simulação, nível de serviço.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conceitos gerais de cadeias de suprimentos

A cadeia de suprimentos pode ser definida como um sistema em que as partes constituintes: fornecedores, facilidades, serviços de distribuição e clientes, estão ligadas através dos fluxos de materiais e informações (STEVENSON, 1989). As partes citadas integram um conjunto de atividades realizadas por todos os agentes da cadeia de suprimentos (fornecedores, fabricantes, distribuidores, clientes e usuários) (COPACINO, 1997).

De acordo com Chopra e Meindl (2003), a cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos, direta e indiretamente, no atendimento do pedido do cliente final. A cadeia de suprimentos não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadoras, depósitos, agentes e os próprios clientes. Dentro de cada organização, a cadeia de suprimentos contempla todas as funções envolvidas no pedido do cliente, como desenvolvimento de novos produtos, *marketing*, operações, distribuição, finanças e o serviço de atendimento ao cliente, entre outros processos.

Já para Ballou *et al.* (2000), além das atividades inter-relacionadas dos agentes, a cadeia de suprimentos conta com fluxos de informações associados, desde as fontes de matérias-primas até o consumidor final. Segundo os autores, a cadeia de suprimentos e seu gerenciamento compreendem a integração e a coordenação das atividades e processos ao longo das empresas integrantes da cadeia, no fluxo de materiais e no fluxo de informações. Na definição de cadeia de suprimentos, o fluxo de informação tem grande relevância, pois é o canal de comunicação que permitirá a cadeia ter ou não uma integração eficiente.

Para que o fluxo de informação ocorra de forma eficiente é necessário o desenvolvimento de diversos fatores entre os agentes da cadeia de suprimentos. De acordo com Ballou *et al.* (2000), é imprescindível haver abertura, confiança, compromisso e disposição para compartilhar informações entre os membros de uma cadeia, para que esta funcione como um conjunto de processos interligados. Essa cooperação entre os membros da cadeia tende a reduzir os riscos individuais e melhorar a eficiência do processo logístico, eliminando perdas e esforços desnecessários.

1.2 Cadeias de suprimentos na construção civil

O setor da construção civil tem passado por inúmeras transformações, e com a implementação de novos paradigmas industriais, o setor também tem procurado acompanhar as mudanças do mercado competitivo a partir de inovações em suas cadeias de suprimentos.

As cadeias de suprimentos da construção civil têm numerosas e complexas ligações entre os seus agentes, uma vez que, é composta pelo fornecimento de inúmeros materiais e componentes para a execução de uma obra civil. Para a elaboração de um produto é necessário o fornecimento de inúmeros insumos e uma infinidade de serviços de mão-de-obra. Esta pluralidade de materiais e serviços dificulta o gerenciamento da cadeia de suprimentos deste setor produtivo. Muitos estudos têm sido desenvolvidos, com o intuito de buscar ferramentas no setor industrial que auxiliem os processos de gerenciamento da cadeia de suprimentos na construção civil.

Autores como Vrijhoef e Koskela (2000), observaram que a cadeia de suprimento da construção civil se caracteriza pelo seu caráter isolado e parcial, apresentando limitações quando existe a transferência de conceitos e práticas relacionados à gestão da cadeia de suprimentos da indústria. Os autores destacaram ainda que, é necessário definir claramente os papéis e possibilidades do gerenciamento da cadeia de suprimentos da construção civil. O gerenciamento da cadeia de suprimentos da construção civil tem características diferentes de outras cadeias de suprimentos. Uma característica fundamental, na cadeia da construção civil é o gerenciamento do estoque. O gerenciamento do estoque na construção civil requer equilíbrio entre a ansiedade do construtor em manter todos os materiais no canteiro com antecedência, e os benefícios decorrentes da redução do estoque ao longo do ciclo construtivo. Hipoteticamente, ao analisar os benefícios de se ter 100% de estoque, antes de se iniciar o projeto, maximiza a flexibilidade do trabalho da equipe e elimina qualquer possibilidade de atraso na construção devido à falta de material, no entanto, aumenta-se o custo de gerenciamento do estoque, o

risco de danificação, deteriorização, perda dos materiais e a falta de flexibilidade às mudanças de projeto (WALSH *et al.*, 2004).

A construção civil não se caracteriza por manter estoques altos a longo prazo, uma vez que, se busca fundamentalmente a produção totalmente "puxada", em que os insumos para a execução das tarefas necessitam chegar à obra de acordo com a atividade a ser realizada (FONTANINI; PICCHI, 2003; FONTANINI; PICCHI, 2004). Existe uma limitação quanto ao volume de material a ser entregue no canteiro de obras, devido à capacidade do veículo que realiza o transporte e às flutuações nos preços dos materiais. Portanto, ocorre a aquisição de insumos em quantidade maior do que seria utilizada em determinada atividade (SZAJUBOK *et al.*, 2006).

1.3 Avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos

Uma forma eficaz para a avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos é a determinação de indicadores para a medição de seu desempenho como um todo. A definição de indicadores de desempenho para a medição da eficiência e eficácia da cadeia ainda representa uma grande lacuna do conhecimento, conforme apresentado por Lee e Billington (1992). Esta lacuna deve-se também ao fato do sistema conter numerosos agentes envolvidos com seus processos e fluxos (de materiais e informações), e que nem sempre compartilham dos mesmos objetivos e metas. Apesar de esta lacuna ter sido identificada a alguns anos, os problemas de falta de comunicação e coordenação das cadeias de suprimentos ainda permanecem até os dias atuais. O entendimento desta complexidade e sua representação numérica representam um paradigma para as empresas envolvidas na cadeia de suprimentos, uma vez que, o compartilhamento e controle de informações ainda não é uma prática comum entre os integrantes do sistema.

Uma grande dificuldade, apontada pelos estudos de gerenciamento logístico integrado das cadeias de suprimentos, tem sido compreender as empresas participantes e suas logísticas internas, de forma sistêmica, como parte integrante da complexa logística da cadeia de suprimentos. Para auxiliar na compreensão destes sistemas, os indicadores de desempenho surgiram como uma forma de tentar monitorar e gerenciar aspectos importantes do sistema (GASPARETTO, 2004).

Acredita-se que a cadeia de suprimentos necessita ser monitorada e avaliada a partir de indicadores que reflitam os principais aspectos a serem analisados. Não se consegue avaliar uma cadeia de suprimentos a partir de um único indicador, o desempenho de uma cadeia logística deve ser avaliado multidimensionalmente, ou seja, sob diversos pontos de vista. Já com relação ao monitoramento dos indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos, os estudos comprovam que não existe uma tradição de monitoramento de indicadores da logística externa em empresas, bem como, das interações da empresa junto aos outros agentes da cadeia (LAMBERT; POHLEN, 2001).

Em geral, as empresas têm interesse maior em controlar os indicadores de logística interna e indicadores que representem o nível de serviço de atendimento dos seus clientes, do que controlar os indicadores de atendimento dos pedidos de seus fornecedores. Segundo Holmberg (2000), as empresas que utilizam indicadores internos para avaliar o desempenho de suas atividades externas de logísticas necessitam desenvolver uma nova forma de avaliação de desempenho para a cadeia de suprimentos. Para a realização de uma avaliação global seria necessário desenvolver indicadores externos e internos simultaneamente para se avaliar o desempenho do todo, de modo que as empresas consigam atingir um retorno financeiro maior dentro da cadeia de suprimentos a que pertencem.

Atualmente, indicadores que consigam avaliar a cadeia de suprimentos como um todo ainda são raros, bem como, os indicadores de logística interna e outras medidas funcionais não refletem adequadamente o desempenho da cadeia de suprimentos (CAPLICE; YOSSI, 1995 *apud* LAMBERT; POHLEN, 2001).

Para Lambert e Pohlen (2001), existe uma grande dificuldade em se estabelecer indicadores e estratégias para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Esta dificuldade pode ser explicada a partir de diversos fatores:

- Ausência de indicadores que mensurem o desempenho da cadeia integralmente;

- Ausência de indicadores internos que permitam o entendimento da cadeia de suprimentos da empresa em questão sob a perspectiva da cadeia de suprimentos;
- Necessidade de se estabelecer um inter-relacionamento entre a empresa e o desempenho da cadeia à qual ela pertence;
- Grau de complexidade do gerenciamento da cadeia de suprimentos (cadeia de suprimentos formada por inúmeros agentes);
- Falhas no alinhamento das atividades, medição de desempenho da cadeia de suprimentos e compartilhamento de informação para definição e implementação da estratégia adequada para atingir os objetivos;
- Falta de compartilhamento dos benefícios entre os agentes e suas camadas na cadeia de suprimentos;
- Falta de diferenciação nas cadeias de suprimentos para obtenção de vantagem competitiva;
- Falta de encorajamento de comportamentos cooperativos entre agentes.

A complexidade descrita da cadeia de suprimentos requer diferentes abordagens para o planejamento de indicadores e medição de desempenho. Para Lambert e Pohlen (2001), no caso da manufatura, a cadeia de suprimentos pode ser representada a partir de uma árvore, onde as raízes são os fornecedores, e os galhos, os clientes e consumidores. A complexidade da maioria dos elos da cadeia de suprimentos dificulta o entendimento de como ocorrem às múltiplas atividades em suas camadas e sua influência em cada uma das mesmas.

Para tanto as cadeia de suprimentos têm buscado apresentar um novo foco, onde seus integrantes tentam compartilhar seus conjuntos de indicadores de desempenho e fluxo de informações com o intuito de se obter ganhos nos indicadores de desempenho globais da cadeia e dos seus suprimentos (LEE, 2000). Mas, ainda assim, os indicadores empregados, não refletem o desempenho da cadeia de suprimentos e tem feito muito pouco pelas cadeias de suprimentos em si (LEE; BILLINGTON, 1992; LAMBERT; POHLEN, 2001).

2 OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o cenário atual típico de uma cadeia de suprimentos de pisos cerâmicos. Assim como a maioria das cadeias de suprimentos da construção civil, observam-se inúmeros desperdícios intrínsecos nos processos produtivos e administrativos ao longo dos processos. Os desperdícios impactam diretamente na qualidade e desempenho das atividades produtivas. Para uma visualização mais clara dos impactos, propõe-se a determinação de indicadores que possibilitem a compreensão quantitativa deste impacto durante o ciclo de vida do produto analisado. Esta pesquisa fez parte de uma tese de doutorado, que contemplou mais modelagens para a cadeia de suprimentos da construção civil analisada (FONTANINI, 2009).¹

3 METODOLOGIA

Para a análise do desempenho da cadeia de suprimentos na construção civil, neste estudo de caso, optou-se por se analisar uma cadeia de suprimentos de grande representatividade no mercado brasileiro: cadeia de suprimentos de piso cerâmicos. O estudo recorreu a uma estratégia conjunta, contemplando o estudo de caso e a modelagem para a posterior simulação. A escolha do método de simulação justificou-se pelo baixo custo e pela possibilidade de visualização dos resultados adaptando diversos valores para as variáveis propostas para o estudo. A metodologia para a validação da simulação foi baseada no método sugerido por Law (2005). O estudo de caso possibilitou a compreensão de um ambiente real para a composição da pesquisa. Uma vez definido o cenário e

¹ A tese de doutorado integral está disponibilizada para *download* no seguinte endereço: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000472498> (Biblioteca digital da Unicamp).

elaborado o modelo, buscou-se primeiramente reproduzir o cenário real, e em segundo momento, propõe-se variações na frequência de entrega de matérias, e nos tempos de intervalos de pedidos, para observarem-se as variações no indicador escolhido, nível de serviço. A pesquisa descrita foi caracterizada também pelo seu caráter exploratório e descritivo. Utilizou-se a observação direta da cadeia de suprimentos da construção civil, e pretendeu-se explorar um assunto ainda pouco estudado pelos pesquisadores do setor da construção civil, a simulação de variáveis dentro dos agentes de um sistema logístico.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Estudo de caso

Para este estudo de caso foi selecionada uma cadeia de suprimentos da construção civil responsável pelo fornecimento de pisos cerâmicos para as construções. A escolha da cadeia de suprimentos de pisos cerâmicos se deu em função da sua relevância no contexto do setor da construção civil e da acessibilidade dos dados das empresas participantes da cadeia, uma vez que era imprescindível compreender as relações entre os agentes, tempos de processo e volumes de estoques.

Apesar da relevância dos materiais cerâmicos na execução das obras civis, observa-se, que os problemas na gestão de produção, tais como, perda de materiais, desperdícios e falta de conhecimento ao longo de todo o processo produtivo, são ainda muito recorrentes ao longo de todo o processo logístico e produtivo.

Os agentes da cadeia de suprimentos de pisos cerâmicos selecionada para este estudo de caso foram: Extratora de argila, fábrica de pisos cerâmicos, centro de distribuição e loja de materiais de construção e cliente final (ver Figura 1).

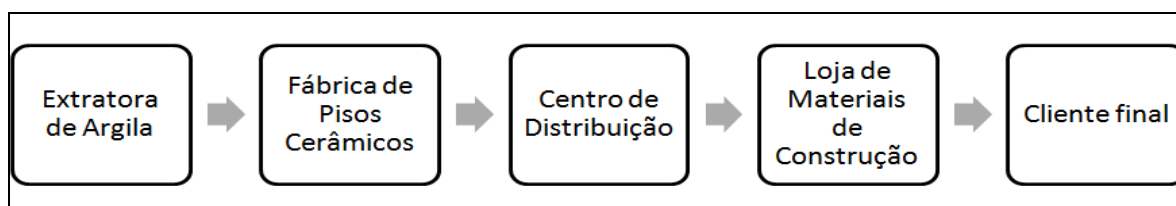


Figura 1 – Cadeia de suprimentos analisada

Entretanto, a simulação realizada contemplou apenas os agentes: centro de distribuição de materiais, loja de materiais de construção e o cliente final. A coleta de informações foi realizada em cada um dos agentes participantes deste estudo de caso. No estudo de caso, foram investigados os agentes, bem como, analisadas as informações referentes ao fluxo de produção e distribuição de pisos cerâmicos, com o objetivo de extrair dados pertinentes para a modelagem dos comportamentos dos fluxos envolvidos. Conforme já mencionado, foram analisadas as informações do seguinte produto escolhido: piso Alabama com as dimensões: 50 cm x 50 cm.

O piso Alabama (50x50) foi selecionado por indicação do *Plant manager* da fábrica de pisos, Marcel Oda. O representante da fábrica justificou sua escolha devido à representatividade do material escolhido corresponder a 50% da produção. E também devido à grande demanda requisitada pelas lojas de materiais de construção, mensalmente. A demanda mensal de piso Alabama (50x50cm) é de aproximadamente, 17.000 m², destinado para a loja atender o consumidor final.

Segue na figura 2, o desenho esquemático da cadeia de suprimentos do piso cerâmico, destinado para um das lojas requisitantes, e dados pertinentes a cadeia de suprimentos estudada, segundo a metodologia de Goldsby e Martichenko (2005). Na figura 2, obteve-se o resumo dos dados coletados que foram aplicados na modelagem do primeiro cenário de simulação:

- NS = 60 %;
- Demanda média diária = 750 m²/dia;

- Giro de estoque para a cadeia de suprimentos inteira = 10;
- *Lead time* total da cadeia de suprimentos = 30 dias

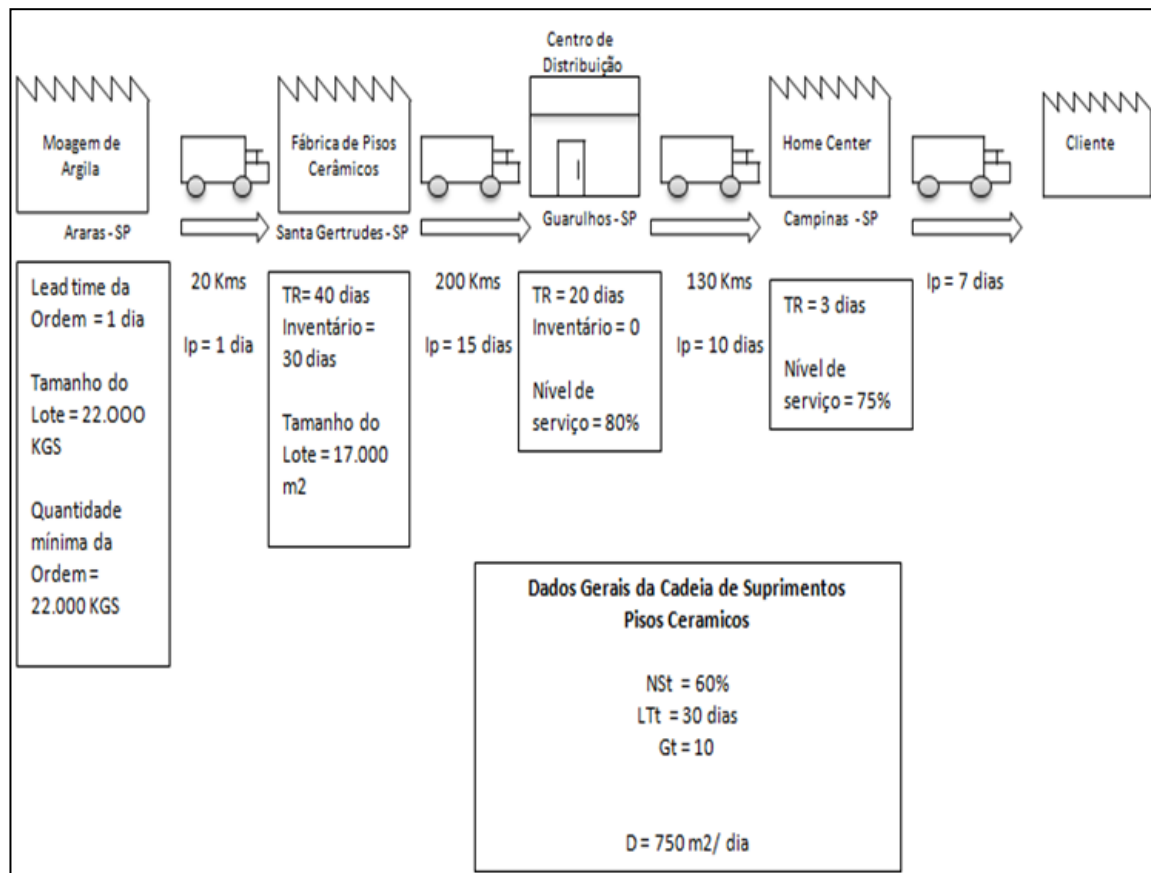


Figura 2 - Cadeia de suprimentos de Piso Cerâmico da fábrica de pisos cerâmicos

4.2 Demanda adotada

Para a obtenção do perfil de demanda foram realizadas entrevistas com o departamento comercial e planejamento do centro de distribuição. Baseado nas entrevistas buscou-se interpretar um perfil de compra dos clientes ao longo da semana (sete dias), um mês (30 dias) e semestre (seis meses). Foi adotado um perfil de demanda baseado nos relatos das entrevistas com os colaboradores. Observou-se que os dias de maiores movimentos eram os dias próximos do final de semana, sendo que, o pico das vendas acontece entre sábado e domingo. Para a análise do período de seis meses estendeu-se a curva mensal para o período proposto para a análise.

Baseado nos dados coletados e no perfil de demanda diagnosticado elaborou-se o modelo empurrado-empurrado. Para o modelo EE-EE, foi considerado que o pedido era realizado pelo departamento de compras, baseado em uma data pré-determinada para o ressuprimento dos estoques. Foram consideradas compras programadas. O lote do pedido foi calculado a partir da frequência determinada multiplicado pela demanda média diária. O tempo de reposição foi considerado o período que efetivamente o pedido leva para chegar a ocupar a prateleira do estoque do solicitante. Os tempos de pedido e os tempos de reposição, normalmente, não são os mesmos, devido a atrasos e problemas de planejamento, portanto, são unidades de tempo que devem ser consideradas separadamente.

O pedido do solicitante então era agendado, de acordo com o intervalo de tempo informado, e entregue com o tempo de atraso definido no tempo de reposição. Esta mesma regra foi adotada para o centro de distribuição e para a loja de materiais. Uma vez, que as mesmas, no cenário atual, não consultam os estoques de seus fornecedores para fazerem os pedidos, apenas informam sua necessidade, a partir de

uma previsão da demanda do cliente, baseada nos três últimos históricos. Neste caso, o fornecedor pode ou não atender no momento da solicitação. O nível de serviço foi calculado, a partir da contagem dos pedidos entregues no prazo e condições perfeitas, dividido pelo total de pedidos demandado no período. Iniciou-se a simulação a partir dos dados da figura 2, obtidos no estudo de caso da cadeia de pisos cerâmicos, com o intuito de verificar se no sistema EE-EE:

- Os estoques permaneciam altos;
- O lead time se mantinha alto;
- Se o nível de serviço apresentava valores próximos com os obtidos durante a entrevista do estudo de caso;
- Se existia variação no nível de serviço, ao se reduzir o Tr (Tempo de reposição);
- Se existe variação no nível de serviço, ao se reduz o Ip (Intervalo de pedidos).

O primeiro cenário foi definido a partir, exclusivamente, dos dados iniciais e dividido em quatro blocos de experimentos (ver figura 3):

- Ip = 15 dias Tr = 40 dias (Centro de Distribuição)
- Ip = 10 dias Tr = 20 dias (Loja)

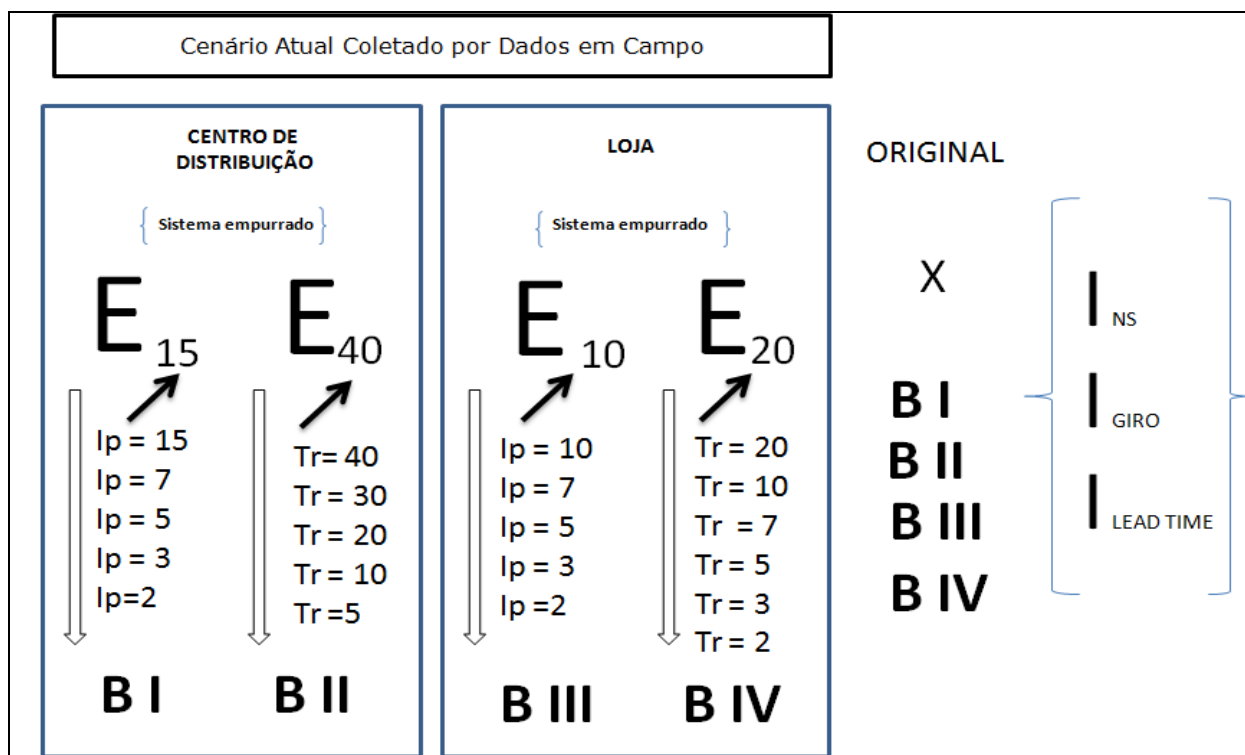


Figura 3 - Esquema dos cenários elaborados para o modelo # 1 - Empurrado-Empurrado

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Observou-se que no sistema empurrado-empurrado, ao se reduzir o Ip do centro de distribuição, o nível de serviço se manteve constante em 57%. Ao se reduzir o Tr do centro de distribuição, o nível de serviço se manteve constante, também em 57%. Ao se reduzir o Ip da loja, o nível de serviço subiu para 60% e ao se reduzir o Tr da loja, o nível de serviço subiu para 62%.

Portanto, concluí-se, que no sistema empurrado, por mais, que se realize modificações nos Ip e Tr do centro de distribuição e da loja, poucas mudanças são observadas no indicador de nível de serviço, pois o mesmo irá permanecer por volta de 60%. As informações iniciais foram baseadas nas informações coletadas durante o estudo de caso, desta forma, foi verificada a credibilidade do modelo, no que diz respeito ao nível de serviço da cadeia atual que se encontrava em torno de 60%. Segue uma figura com as quadro hipóteses avaliadas (ver figura 4).

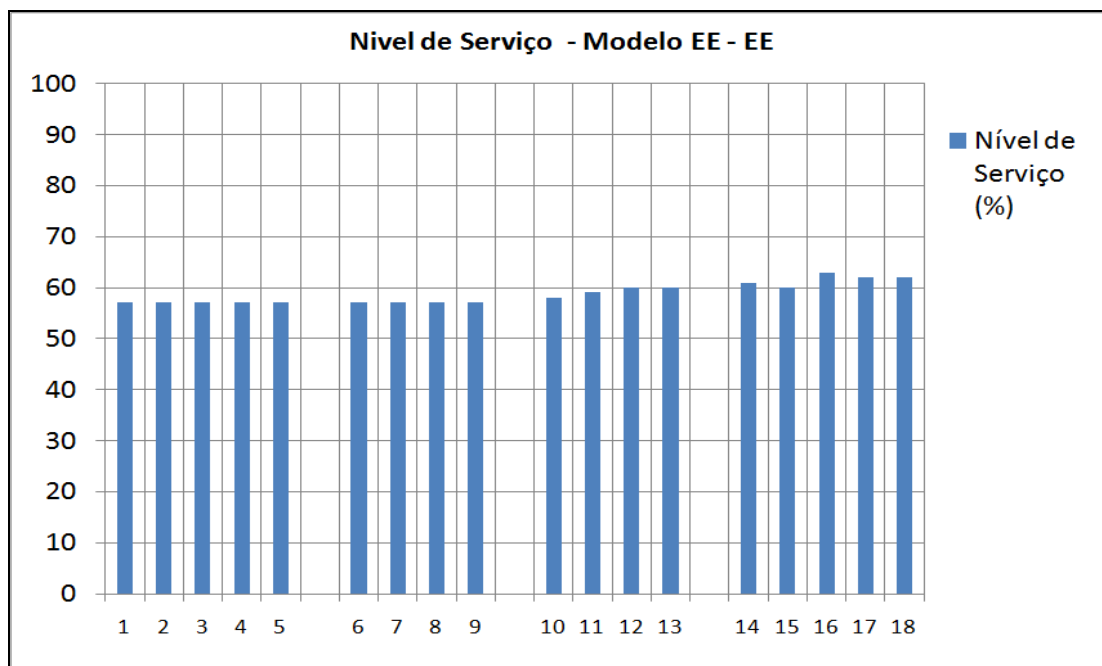


Figura 4 – Níveis de serviço com as 4 variações propostas

6 CONCLUSÕES

A simulação traz uma solução para viabilizar a transparência das possibilidades a serem alcançadas a partir de alterações na frequência de entrega de materiais e intervalos de pedidos na cadeia de suprimentos como um todo. Esta possibilidade de resultados motiva os agentes a buscarem melhorias em seus processos e possibilitarem ganhos comuns. As cadeias de suprimentos da construção civil ainda necessitam de pesquisas que promovam análises de métodos possíveis a serem aplicados e seus possíveis benefícios. Uma alternativa plausível é a modelagem dos problemas e lacunas encontrados nos diversos fluxos.

Os modelos de simulação possibilitam o usuário observar os comportamentos dos mais variados arranjos de cadeia de suprimentos, antes mesmo de programá-las, e para analisar o impacto das possíveis estratégias a baixo custo para o setor de construção civil.

A partir dos resultados também se observou que a implementação parcial de modificações em algumas variáveis (I_p e Tr), não garante que o sistema apresente um comportamento enxuto. Para que o modelo tenha características de comportamento enxuto é necessário a implementação consciente de outras ferramentas, tais como, ponto de pedido e *kanbans* (FONTANINI, 2009).

7 REFERÊNCIAS

- BALLOU, H. R.; GILBERT, S.M.; MUKHERJEE, A. New managerial challenges from supply chain opportunities. **Industrial Marketing Management**, New York, vol.29, n. 1, pp. 7-18, Jan. 2000.
- CAPLICE, C.; YOSSI, S. A Review and Evaluation of Logistics Performance Measurement Systems. **The International Journal of Logistics Management**, Vol. 6, N. 1, pp. 61-74, 1995.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. – **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações**. Tradução de Claudia Freire. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- COPACINO, W.C. **Supply chain Management – The Basic and Beyond**. CRC Press LLC, Corporate Blvd. N.W. 1997.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil: aplicação de macro mapeamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 3, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos: SIBRAGEC, 2003.

FONTANINI, P.S.P.;PICCHI, F.A. Value Stream Macro Mapping a case study of aluminum windows for construction supply chain. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN, 12th, Elsinore,2004. **Proceedings...** Elsinore, 2004.

FONTANINI, P. S. P. **Análise do impacto potencial da aplicação dos princípios da Mentalidade Enxuta nos indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos da construção civil.** 2009. 301f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

GASPARETTO, V. **Proposta de uma sistemática para avaliação de desempenho em cadeias de suprimentos.** 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis, 2004.

GOLDSBY, T.; MARTICHENKO,R. **Lean Six Sigma Logistics.** Florida,2005. ISBN 1-932159-36-3.

HOLMBERG, S. A systems perspective on supply chain measurements. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, BradFord, vol. 30, n. 10, pp. 847-868, 2000.

LAMBERT, D.M., POHLEN, T.L. Supply chain Metrics, **The International Journal of Logistics Management.** Vol. 12, N., 1, 2001.

LAW, A.M.; W.D. KELTON. **Simulation Modeling and Analysis**, New York: McGraw-Hill, 2000.

LEE, H.L., BILLINGTON, C. **Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities**, Sloan Management Review, pp.65-73, 1992.

STEVENS, J. Integrating the supply chain. **International Journal of Physical Distribution and Materials Management**, Vol. 19 N.8, 1989, pp.3-8.

SZAJUBOK, N. K.; ALENCAR, L.H.; ALMEIDA, A.T. **Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério.** v.16 n.2 São Paulo. 2006. ISSN 0103-6513.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. The four roles of supply chain management in construction. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, vol. 6, n. 3-4, pp.169-178, 2000.

WALSH, K. D., J. C. HERSHAUER, et al. Strategic positioning of inventory to match demand in a capital projects supply chain. **Journal of Construction Engineering and Management-Asce**, vol.130, n. 6, pp. 818-826, 2004.

8 AGRADecIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP pela bolsa de doutorado, que proporcionou o desenvolvimento da pesquisa de doutorado, e possibilitou este estudo de caso.