

5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma proposta de suprimento de estruturas metálicas para a construção de um prédio em centro de cidade. Aprofundou os estudos de Tommelein e Weissmberger (1999) na parte do planejamento logístico para o suprimento das estruturas metálicas, apesar do trabalho enfocar o tema - construção *lean*.

A logística foi tratada como uma etapa essencial deste novo processo construtivo. A proposta logística apresentada procurou dar suporte às demais etapas construtivas, buscando a sincronização de todas as etapas. Dessa forma, a determinação do ganho de produtividade gerado pela logística está vinculado ao ganho de produtividade da obra. Não é possível determinar os ganhos de produtividade da logística sem analisar o processo construtivo como um todo.

Para se apresentar justificativas no ganho de produtividade da obra, mesmo sem medir indicadores numéricos de acompanhamento e comparação, há necessidade de se considerar dois aspectos na implantação da construção *lean*:

a) Não é usual na construção a ocorrência de situações de antes da implantação e depois da implantação de nova forma de organização da produção, como é comum no setor industrial de produção seriada. Quando tal ocorre, existe um tempo de aprendizado e acomodação que não justificariam tal tipo de análise.

b) a comparação entre obras não é comum, já que nesse setor não é usual a existência de duas ou mais construções iguais. Ocorrem particularizações de projeto, diferenças de local, períodos de execução diferentes que estão sujeitos a variações climáticas. Todos esses fatores interferem no rendimento da obra, e o conhecimento adquirido privilegia obras executadas posteriormente. Dessa forma são criadas situações que sempre distinguem uma obra de outra, mesmo que semelhantes.

Por ser muito difícil avaliar o aumento de produtividade da obra, comparando uma construção *lean* com uma construção convencional, este trabalho não apresenta este tipo de resultado.

Com relação à avaliação isolada dos procedimentos da logística de suprimento voltada para construção *lean* em comparação com a logística convencional, não faz sentido, pois os focos são diferentes:

- a logística de suprimento para construção *lean* trata as questões de quantidade de material e tempo de entrega de forma detalhada e prioritária. Busca a economia de custo dentro da necessidade do cliente e é regida pela forma de construção;

- já a logística convencional dá prioridade a sua atividade isoladamente. Tenta aumentar seu rendimento utilizando ao máximo os seus equipamentos. Pode influenciar o modo de construção, mas não parte dele para se planejar.

Pode-se, portanto, avaliar os ganhos de produtividade gerados pela logística na construção *lean* através do mapeamento do fluxo de valor. Com esta ferramenta *lean* é possível analisar melhor a integração das atividades e buscar a redução de desperdícios. É possível também detectar atividades repetitivas e padronizá-las. Isto induz ao aumento de produtividade da construção *lean* quando se considera que:

- a) O uso de concepções e procedimentos *lean* para eliminação de desperdícios de processo foi bastante eficiente em diferentes setores industriais. É possível imaginar que o mesmo ocorra em uma organização de produção da construção predial, principalmente se for em estrutura metálica;

- b) o planejamento de um fluxo de operações, integrando a logística de suprimento as atividades de içamento e montagem das estruturas metálicas, preocupou-se em eliminar “gargalos”, balanceando as atividades, o que significa a estrita eliminação de desperdícios de processos. Essa sistematização na identificação e eliminação de desperdícios induziu ao aumento de produtividade em outros setores de produção, possibilitando o aumento da produtividade da construção.

Este trabalho buscou a generalização da logística em um tipo de construção predial, e contribuiu para a discussão sobre a importância da logística no ambiente construtivo. Isto pode ser observado no detalhamento do planejamento da cadeia de valor, onde foram identificadas todas as atividades necessárias para o abastecimento de estruturas metálicas na obra.

Este trabalho não questionou a programação de içamento e montagem feita por Lyra da Silva (2005) para o mesmo projeto utilizado neste trabalho. Ele se ateve a dar soluções logísticas que atendesse a proposta seguida. Caso o ritmo fosse outro, para o mesmo projeto, com a utilização de outro guindaste, as atividades logísticas se ajustariam ao novo tackt-time. Nesse sentido, o conjunto de soluções, tanto do projeto logístico como a proposta feita por Lyra da Silva (2005), pode não ser a melhor. O ritmo da construção pode ser outro, de acordo com necessidades e oportunidades no momento da construção.

As pesquisas sobre logística na construção precisam de maior aprofundamento. É comum a construção civil tratar da movimentação dos materiais a partir das fábricas ou representantes de venda. É necessário estender um pouco mais o estudo sobre a cadeia produtiva dos materiais construtivos. À medida que a forma de produção de componentes evolui, como aconteceu na indústria, a logística também evolui, se adequando a novas necessidades.

Finalmente pode-se identificar o posicionamento da logística na construção sob dois aspectos: um quando é subordinado a forma de construção e outro quando viabiliza a forma de construção e assume parte da responsabilidade da produtividade. As duas posturas se correlacionam na análise final, pois uma proposta logística atenderá tecnicamente as exigências da forma de produção, mas pode ser inviável economicamente. Uma nova proposta deve ser feita para atender todos os requisitos. Neste sentido a logística pode interferir na forma de construção, que é questionada quando se esgota as possibilidades logísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. C. L. Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras – Proposta Baseada em Estudos de Caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

AZEVEDO, V.S.. **Manual de Procedimentos de Campo para Manuseio e Carregamento de Estruturas Metálicas.** (prevista conclusão para 1º semestre de 2006). Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil), UERJ, Rio de Janeiro.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. Trad. YOSHIZAKI, Hugo T. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

BELLEI, I. H., Pinho F. O., Pinho M. O. – Edifícios de Múltiplos Andares em Aço. 1 ed. São Paulo, Editora Pini, 2004.

BOWERSOX, D. J., Closs D. J. *Logística Empresarial – O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento.* São Paulo, Editora Atlas, 2001. 1 ed.

CARDOSO, Francisco F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistema de produção de edifícios. In: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL : Lean Construction. Anais. São Paulo, 1996.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento pelas diretrizes. 2. ed. Belo horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. *Just-In-Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.* 2 ed . São Paulo: Atlas, 1993.

COURT P., HIGHFIELD D., WEST D., et al. A guide to rigging. WorkCover Authority of NSW and the Victorian WorkCover Authority. 2 ed, 1997.

DIAS, Marco A. P. Administração de materiais – uma abordagem logística. 2 ed São Paulo, Editora Atlas, 1986.

FERREIRA, F. P. Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Socioprodutivos). Universidade de Taubaté, 2004.

FERRO, José R. Aprendendo com o “ohnoísmo” (produção flexível em massa): lições para o Brasil. Revista de administração de empresas, jul/set, 1990.

FIGUEIREDO, K. F., Fleury P. F., Wanke P. *Logística e Grenciamento da Cadeia de Suprimentos – Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos*. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

FONTANINI, P. e PICCHI, F. (2004) – Value Stream Macro Mapping – A Case Study of Aluminum Windows For Construction Supply Chain – IGLC12: Proceedings of The 12th Annual Conference of The International Group for Lean Construction, Copenhagen, August 2-6, 2004.

GERALDO. Detalhes que fazem a diferença. Ficha técnica do caminhão Volvo FM 12. <http://www.revistaocarreteiro.com.br>.

GURGEL, Floriano C. A. Administração dos fluxos de materiais e produtos. São Pauo, Editora Atlas, 1996.

KOSKELA, L. *Application of the New Production Philosophy in Construction*. Technical Report 72. Technical Research Centre of Finland, 1992.

LA LONDE, Bernad J. L. Evolution of the integrated concept. The logistics handbook. Editores: J.F. Robenson & William C. Capacino, New York, The Free Presas, 1994.

LOMAX T. Quantifying congestion. Universidade do Texas – TTI Texas Transportation Institute's, 1997.

LYRA DA SILVA, R. R. **Construção Predial Lean – Mapeamento da Cadeia de Valor das Estruturas Metálicas**.2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), UERJ, Rio de Janeiro.

MAGEE, Jhon F. Logística Industrial; análise e administração dos sistemas de suprimento e distribuição. São Paulo, Pioneira, 1997.

MASTERS, James M. ; POHLEN, Terrence L. Evolution of the logistics profession. The logistictics handbook. Editores: J.F. Robenson & William C. Capacino, New York, The Free Presas, 1994.

MOURA R.A. Logística: uma forma diferente de pensar. Site do IMAM – Inovação e Melhoramento da Administração Moderna: <http://www.imam.com.br>. Em agosto de 2005.

MONDEN, Y. Produção Sem Estoques: uma Abordagem Prática do Sistema de Produção Toyota. São Paulo: IMAM, 1984.

NOVAES, Antonio G.; ALVARENGA, Antonio C. Logística Aplicada: suprimento e distribuição física. 2 ed., São Paulo, Pioneira, 1994.

POLAT, G., and BALLARD, G. (2003) – Construction Supply Chains: Turkish Supply Chain Configurations For Cut And Bent Rebar – IGLC11: Proceedings of The 11th Annual Conference of The International Group for Lean Construction, Blacksburg, VA, July 22-24, 2003.

ROTHER, M.; HARRIS, R. Criando Fluxo Contínuo. Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. Lean Institute Brasil, 1999.

SANTOS, A.; ISATTO, E. L.; HINKS, J. *Benchmarking*: Uma Ferramenta para Aumentar a Competitividade na Construção Civil. In: Métodos e Ferramentas para a Gestão da Qualidade e Produtividade na Construção Civil. NORIE – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

SCHONBERGER, R. J. Técnicas Industriais Japonesas: Nove lições Ocultas Sobre Simplicidade. São Paulo: Pioneira, 1988.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES; COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET-RIO). Folheto de Carga e Descarga no Centro do Rio de Janeiro.

SILVA, Fred Borges da. **Conceitos e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: EPUSP, 2000.

SILVA, A. L. e GANGA, G. M. D. **A importância da logística num ambiente de lean production**. In: EESC / NUMA / Transformação e Qualidade Dissertação. São Carlos: EESC-USP, 2004.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

TIXIER, Daniel; MATHE, Herve; COLIN, Jacques. *Logistique au service de L'Entreprise*. Paris, Dunok, 1983.

TOMMELEIN, I. and WEISSENBERGER, M. (1999 b) – More Just-in-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes - IGLC7: Proceedings of The 7th Annual Conference of The International Group for Lean Construction, Berkeley, CA, July 26-28, 1999.

VIEIRA, Hélio Flávio. Operador logístico no sistema construtivo. Site Inter Obras. <http://www.interobras.com.br/artigos>. Em 12 de setembro de 2005.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*. São Paulo: Editora Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. Editora Campus, 1998.

YAMASHINA, H. *Just-In-Time*. São Paulo: IM & C International, 1988.

YIN, Nelton Martins. **Uma contribuição ao Estudo da logística no subsetor de edificações: estudos de caso em canteiros de obra de Vitória-ES.**Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Vitória: UFES, 2003.

ANEXOS

Alternativa de abastecimento de estruturas metálicas em construção predial *Lean*

Rita de Cássia da Silveira Marconcini Bittar (UERJ) rita@fat.uerj.br

Paulo Roberto Corrêa de Araujo (UERJ) pauloaraujo2003@ig.com.br

Cyro Alves Borges Jr (UERJ) cyroborges@globo.com

José Glenio Medeiros de Barros (UERJ) glenio@uerj.br

Resumo

Este trabalho propõe um modelo de organização logística para o abastecimento das estruturas metálicas em obra predial de concepção Lean. O Modelo de Processo da Construção Lean consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. O local da construção que foi estudado, o Centro da cidade do Rio de Janeiro, tem características de generalidade com relação a outras metrópoles brasileiras, dadas as dificuldades de acessibilidade dos transportes e de armazenagem na obra. As atividades logísticas, principalmente as de transporte e manuseio dos materiais, têm atenção especial neste trabalho, pois no processo produtivo que obedece à concepção Lean adquiriram papel decisivo. A utilização de procedimentos Just-in-Time exige lotes pequenos para garantir o fluxo contínuo de materiais. Neste contexto, as atividades produtivas são diretamente dependentes umas das outras e devem estar sincronizadas, pois qualquer interrupção do fluxo de materiais prejudica todo o processo. O objetivo deste trabalho é propor uma alternativa de abastecimento de estruturas metálicas para construção predial Lean, de forma que haja balanceamento entre as atividades logísticas e o processo de montagem das estruturas.

Palavras chave: Logística; Construção Predial; Construção Lean; Estruturas Metálicas.

1. Introdução

O fluxo de materiais é uma das principais preocupações das empresas que organizam a produção sob a concepção *Lean*. A designação construção *Lean* foi adotada neste trabalho por ter sido considerada mais adequada ao contexto do que a expressão construção “enxuta”. O termo *Lean* se refere à idéia de esbelto e sem excessos, o que não se depreende da palavra “enxuta”. De um modo geral, a indústria, principalmente a automobilística, trata deste problema interferindo em toda a cadeia produtiva: desde os fornecedores de matéria-prima, passando pelos produtos semi-acabados até a entrega dos automóveis aos clientes finais. Na construção predial em estruturas metálicas, a maioria dos projetos não tem escala para interferir na cadeia produtiva. Por facilidade de planejamento e programação de produção, as fábricas de estruturas metálicas adotam usualmente uma rotina de fabricação por batelada. Ou seja, com a colocação da encomenda no programa da fábrica, primeiro são fabricadas as colunas, depois as vigas e

finalmente as peças menores, seguindo uma ordenação de famílias de componentes fabricados. Este critério de fabricação por batelada, apesar de conveniente aos interesses do fabricante de estruturas, é a antítese da concepção *Lean* e contraria por completo a forma de abastecimento *Just-in-Time* da obra.

A construção predial em estruturas metálicas que optar pelo modelo *Lean* de construção poderá ordenar o fluxo de estruturas a partir da fábrica, até que esta esteja ajustada ao mesmo modelo. O objetivo é garantir a chegada das estruturas certas na hora exata da utilização. A logística assume uma responsabilidade muito grande, pois o sucesso do empreendimento depende de suas atividades de separação, manuseio e transporte. A mão-de-obra e demais equipamentos, alguns muito dispendiosos, como os guindastes, não poderão ficar ociosos por falta de peças. O desafio é ajustar a forma de fabricação às necessidades da obra, estudando todos os detalhes que possam interferir na entrega das estruturas necessárias no tempo certo, a saber: acessibilidade das carretas na obra e no depósito, interferência do trânsito e restrições públicas para veículos de cargas em centro de cidade.

A concepção *Lean* busca o fluxo pleno dos materiais. Para isso, procura a remoção de perdas e desperdícios. Sete tipos de desperdícios foram identificados por Shingo (1996) para o Sistema Toyota de Produção:

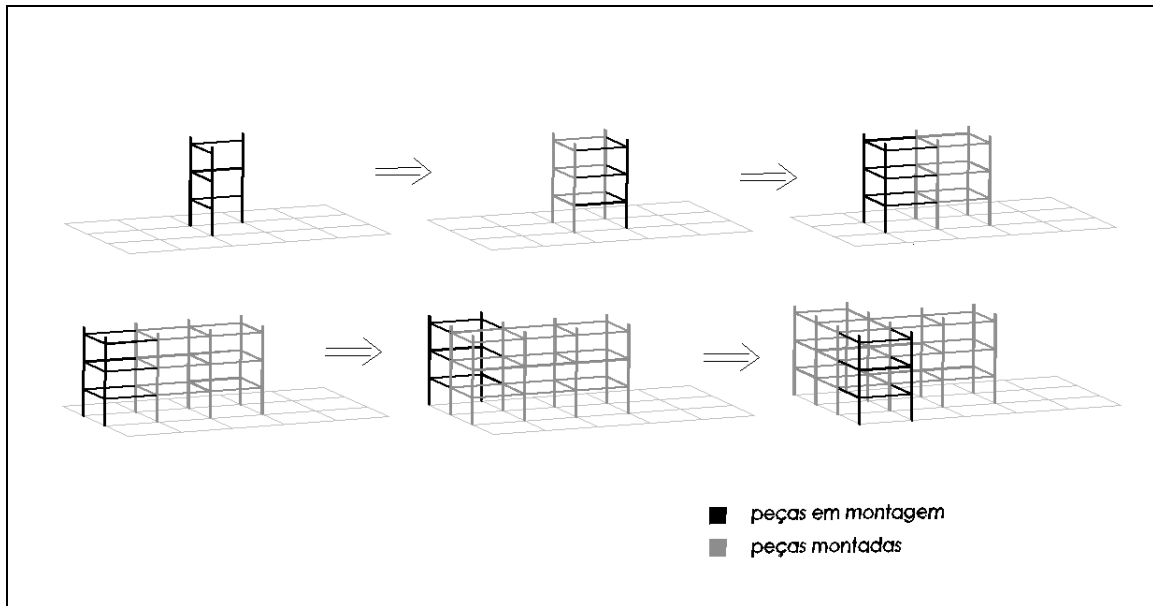
- 1. Superprodução:** produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um excesso de produtos acabados;
- 2. Espera:** longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead time* longos;
- 3. Transporte excessivo:** movimentação excessiva de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- 4. Processos inadequados:** utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;
- 5. Estoques desnecessários:** armazenamento excessivo de componentes nas diferentes atividades do processo, resultando em custos excessivos;
- 6. Movimentação desnecessária:** desorganização do ambiente de trabalho, com ações desnecessárias, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos.
- 7. Produtos defeituosos:** problemas freqüentes nas cartas de controle, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega.

O planejamento logístico, sob a ótica desta concepção, pode atuar diretamente em três desperdícios: espera, transporte excessivo e movimentação desnecessária. Os desperdícios com processos inadequados, estoque desnecessário e produtos defeituosos, ficam mais fáceis de serem detectados quando da aplicação da concepção *Lean*, ao passo que o desperdício de superprodução poderá ser eliminado. Observa-se que o planejamento do abastecimento das estruturas metálicas é o primeiro passo para o trabalho com esta concepção.

2. A lógica de montagem das estruturas

Na construção predial em estruturas metálicas, os componentes construídos (fabricados e montados) possuem características estruturais e dimensionais únicas, tendo posicionamento particularizado no ambiente construído: cada peça tem seu tamanho, furação e lugar corretos.

A seqüência de montagem obedece a uma lógica que busca a auto-estabilidade durante a construção. Para isso, são necessárias de duas a três colunas, as vigas que as unem e as demais peças de ligação.



Fonte: Lyra da Silva (2005).

Figura 1 – Seqüência de montagem das estruturas metálicas

Em um projeto de oito pavimentos, como apresentado por Bellei et al. (2004), a variação de detalhes como tamanhos e furações, para cada família de peças estruturais é grande: são 15 tipos de colunas, 16 tipos de vigas, seis tipos de bases e chumbadores e outras variedades de peças menores.

Para se trabalhar com variedades de peças que se diferenciam em pequenos detalhes, é necessária uma atenção especial na separação dos lotes de estruturas. Não é vantagem separar as peças iguais, pois são poucas. A separação mais adequada é por lotes de peças que tem simultaneidade de montagem.

3. Premissas do transporte

3.1 Escolha do modal de transporte

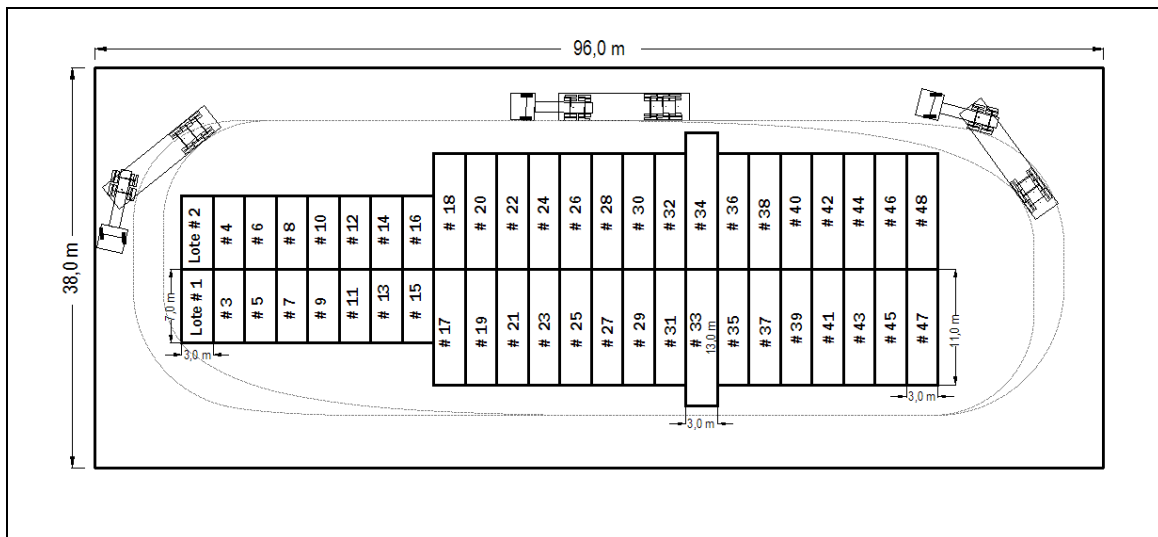
A definição do modal de transporte entre rodoviário, ferroviário ou misto é decorrente da análise de custos x características de serviço. Segundo Figueiredo et al. (2003), o preço do transporte rodoviário no Brasil é 1,25 vezes o ferroviário. Em análise de cinco características de serviços: velocidade, consistência, capacitação, disponibilidade e freqüência, o modo rodoviário tem vantagem em quatro, perdendo apenas para a capacitação, que possibilita o transporte de maior quantidade de peças. Pela pequena diferença de custos e pela grande vantagem de serviço, optou-se pelo modo rodoviário. A carreta escolhida foi a do tipo carga seca com 12,40 m de comprimento e 2,60 m de

largura. Este tipo de carreta atende a maior restrição de tamanho de peça para o exemplo apresentado por Bellei et al. (2004), que é a coluna de 11,78 m.

3.2 O depósito

Deve-se incluir no projeto o depósito de um sistema logístico, sempre que possa proporcionar vantagens de serviços ou de custo (BOWERSOX et al., 2001). O transporte, assim como todas as outras operações, estará atuando na busca do menor custo, de acordo com as necessidades do cliente. O transporte de pequenos lotes da fábrica até a obra é muito dispendioso. Não se concebe a perda da economia do transporte de grandes quantidades. A utilização de um depósito mais próximo da obra, que diminua o tempo de ciclo das carretas, é mais conveniente. O local depende da disponibilidade de espaço e de recursos financeiros destinados para este fim. Geralmente, o local que atende a estas características fica afastado do centro pelo menos 40 km.

Além das vantagens de custo, a utilização de um depósito neste projeto logístico traz vantagens de serviço, pois na construção predial em estruturas metálicas é necessário um espaço para organização dos lotes, de acordo com as características das peças. A produção em massa gera grandes lotes da mesma família. Há necessidade de se gerar lotes com quantidades certas de diferentes peças para serem encaminhadas à obra, conforme defendido por Lyra da Silva (2005). A preocupação de transportar as peças corretas traz para o depósito duas atividades: separação e conferência. Estas atividades trazem melhorias para o processo logístico e devem ser executadas com o aprimoramento do *layout* do depósito.



Fonte: Araujo (2005).

Figura 2 – Layout do depósito de estruturas metálicas

No depósito serão executadas atividades de armazenagem e manuseio de materiais que fazem parte de uma área da logística diferente das outras áreas. Elas têm uma dependência entre si, pois as mercadorias (estruturas) necessitam ser armazenadas em momentos específicos durante o processo logístico. É necessário o manuseio eficiente das estruturas para carregá-las e descarregá-las da carreta. Esta eficiência é alcançada quando há definição prévia do local onde serão dispostas as estruturas e planejamento dos:

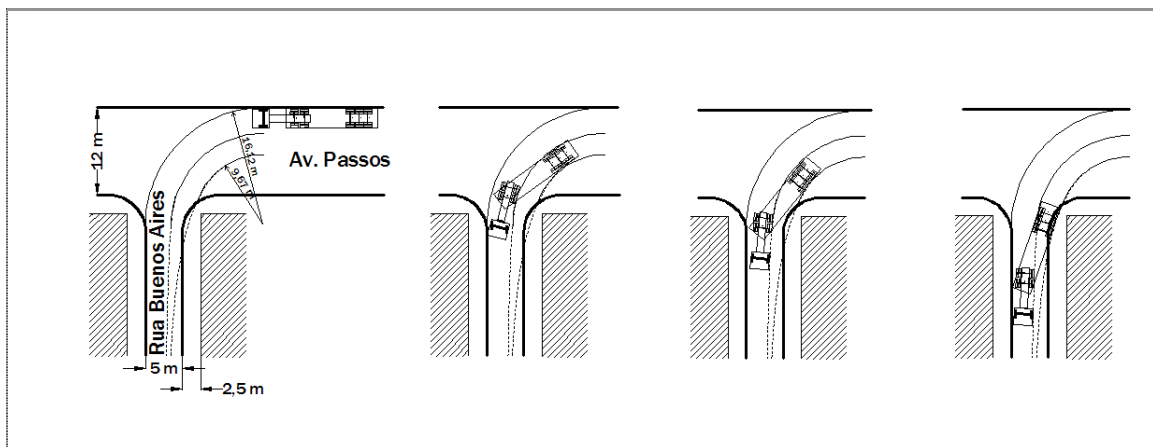
acessos, tanto da carreta quanto do equipamento de descarregamento/carregamento.

As estruturas serão armazenadas no chão sobre caibros de madeira. O espaço reservado para cada lote tem a largura da prancha da carreta (mais folga de 0,60m) e comprimento da maior peça do lote (mais folga de 1,0 m).

3.3 A definição da rota

A definição da rota que a carreta percorrerá tem a finalidade de analisar o tempo do transporte, as restrições de manobrabilidade e os possíveis obstáculos, tais como trânsito intenso de veículos. Todos estes fatores passaram a ter a maior importância, pois podem interferir no tempo de abastecimento, fundamental para o fluxo dos materiais.

A obra está situada na Rua Buenos Aires, no Centro da cidade do Rio de Janeiro. O espaço para estacionamento das carretas é na rua e sobre a calçada, que têm larguras de 5,0 m e 2,5 m, respectivamente. Uma rota possível, com menos danos à rotina de tráfego de veículos e pedestres é a chegada pela Av. Passos. A maior dificuldade é a manobrabilidade da carreta, pois os raios interno e externo para sua manobra são de 9,67m e 16,12m (dados fornecidos pela empresa Guerra S/A Implementos Rodoviários, para carreta de carga seca de 12,40 x 2,6 m).



Fonte: Araujo (2005).

Figura 3 – Acesso ao local da obra

A carreta passa sobre um pedaço da calçada, que deve ser preparada para esta movimentação durante o abastecimento da obra.

4. O transporte das estruturas pela concepção *Lean*

O transporte não agrega valor ao produto. Usualmente tenta-se melhorar a operação de transporte, aumentando a quantidade de peças a serem transportadas no modal, neste caso, carreta. Segundo Shingo (1996), “é errado pensar que a melhoria das operações individuais aumentará a eficiência global do fluxo de processo do qual elas são uma parte”. Todas as operações têm que estar balanceadas entre si, de forma que haja fluxo. Neste sentido, não procede uma preocupação com a melhoria do transporte isoladamente. É preciso adequá-lo às outras operações.

O fluxo pleno, de estruturas aconteceria com a eliminação total do estoque em processo. Isto necessitaria do transporte isolado de cada peça. A distância de até 40 km e

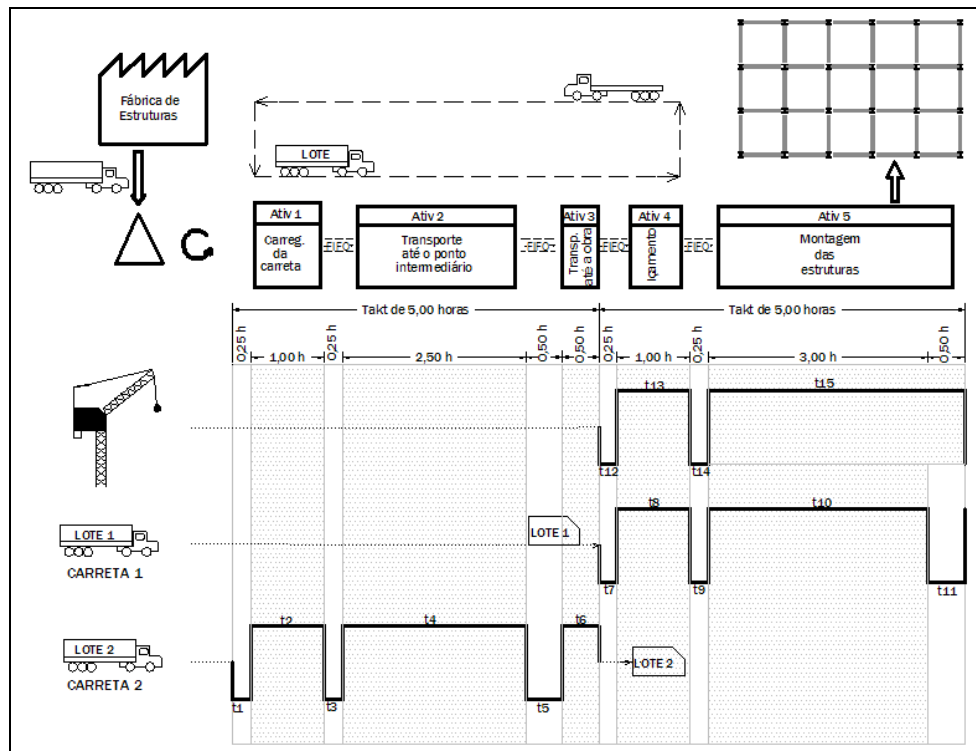
equipamentos de transporte dispendiosos como caminhão/carreta eliminam esta possibilidade. A definição de uma quantidade de peças que não gere estoque excessivo em processo e que justifique a utilização de carretas merece atenção especial. Um grupo de peças, separadas em lote, estabelece uma frente de trabalho para o guindaste em horas, serviço cujo término deverá coincidir com a chegada de novo lote para içamento.

4.1 Mapeamento do fluxo das estruturas do depósito à obra

A programação de transporte voltada para a manutenção do fluxo de estruturas na obra dependerá do tamanho do lote, definido pela capacidade operacional do guindaste. Segundo Lyra Silva (2005) que também utilizou o exemplo do prédio de oito pavimentos de Bellei et al. (2004) e considerou a torre basculante da Liebherr 112 HC-L; a quantidade de peças nos lotes mais adequadas para execução num ritmo contínuo demanda tempos de içamento e montagem de 5 horas. Portanto, todo o planejamento de carregamento e transporte foi dimensionado para este tempo.

Foi estabelecido um ponto intermediário, local próximo onde não haja problemas com o tráfego de veículos, para o modal esperar a hora certa de dirigir-se à obra. Esta espera tem como objetivos balancear o abastecimento de acordo com a necessidade do guindaste e funcionar como uma espécie de estoque de segurança auxiliando no gerenciamento de risco.

O tempo de operação do modal consiste em: carregamento da carreta, movimentação até o ponto intermediário, movimentação até a obra e descarregamento. Estes são os tempos reais dos trabalhos necessários ao transporte das estruturas, e estão representados em um patamar diferente dos outros tempos.



Fonte: Lyra da Silva (2005).

Figura 4 – Mapeamento do fluxo de valor

- t1 é o tempo de 15 minutos adotado para a preparação da mão-de-obra e do equipamento no depósito para o carregamento do lote 2;
- t2 é o tempo de 1 hora adotado para o carregamento do lote 2 ,na carreta, no depósito;
- t3 é o tempo de 15 minutos adotado para a verificação e recebimento da documentação da carga;
- t4 é o tempo de aproximadamente 2 horas e 30 minutos adotado, com margem de segurança devido às incertezas e riscos existentes no trajeto, para movimentação da carreta até o ponto intermediário;
- t5 é o tempo de aproximadamente 30 minutos, o qual, dependendo da situação, pode ser nulo, ou seja, se o tempo de movimentação da carreta até o ponto intermediário (t4) levar 3 horas, a carreta deve ir direto para a obra, não havendo necessidade de parar no ponto intermediário. Este tempo é um desperdício, mas é necessário para reduzir a possibilidade de atraso na chegada à obra, o que implicaria em desperdício na utilização da torre;
- t6 é o tempo de aproximadamente 30 minutos adotado para movimentação da carreta até a obra;, com margem de segurança devido às incertezas e riscos existentes no trajeto,
- t7 é o tempo de 15 minutos adotado para a preparação da mão-de-obra no térreo da obra para o içamento;
- t8 é o tempo de 1 hora adotado para o içamento das peças do lote na carreta;
- t9 é o tempo de 15 minutos adotado para a preparação da carreta para retornar vazia ao depósito, para carregamento de outro lote;
- t10 é o tempo de aproximadamente 3 horas adotado para retorno da carreta vazia para o depósito, com margem de segurança devido às incertezas e riscos existentes no trajeto,
- t11 é o tempo de aproximadamente 30 minutos adotado para a carreta ficar em espera no depósito. Este tempo é um desperdício, mas pode ser utilizado para manutenção da carreta;
- t12 é o tempo de 15 minutos adotado para a preparação da torre para o içamento das peças do lote , onde ocorre simultaneamente a preparação da mão-de-obra (t7);
- t13 é o tempo de 1 hora adotado para o içamento das peças do lote;
- t14 é o tempo de 15 minutos adotado a preparação da mão-de-obra no pavimento em execução da obra, para a montagem do lote;
- t15 é o tempo de 3 horas e 30 minutos adotado para a montagem do lote.

O mapeamento do fluxo de estruturas ajuda a planejar as operações de forma balanceada. Pode-se observar que as operações que envolvem as carretas estão vinculadas às

operações da torre. O tempo de içamento e montagem de um lote de estruturas definem o tempo de reabastecimento do novo lote.

4.2 Cálculo do número de carretas

O cálculo do número de carretas necessárias para o transporte de estruturas será em função do tempo de trabalho diário, do tempo que leva a carreta para completar um ciclo e do tempo que a torre leva para içar e montar um lote de estruturas:

$$D T = c n$$

Onde:

D é o tempo de trabalho demandado pela obra por dia – 15 horas;

T é a relação do tempo de ciclo da carreta sobre D – 10 horas /15 horas;

c é o tempo de trabalho da torre para içar e montar todas as peças do lote – 5 horas;

n é o número de carretas – 2 carretas.

5. Conclusão

Pode-se concluir que é possível uma alternativa logística para o abastecimento de construção predial na concepção *Lean* mesmo em condições adversas de centro de cidade. Este modelo de construção exige da logística um fluxo contínuo de peças. A alternativa de abastecimento proposta neste trabalho garante este fluxo, assumindo grande responsabilidade no processo produtivo, afinal, a falta de estruturas no tempo previsto pode interferir nas atividades de içamento e montagem. A forma de construção *Lean* influencia o planejamento da logística. A atividade de transporte de estruturas metálicas fica subordinada à capacidade de operação do guindaste, que não poderá ficar ocioso por falta de materiais. Todas as atividades são importantes, não podendo ser deixadas em segundo plano. É preciso atentar para que as estruturas estejam trabalhando balanceadas e em fluxo contínuo. Se houver necessidade de sub-utilização de alguma, é preciso considerar a opção de menor dispêndio possível de recursos financeiros, como no caso das carretas em relação ao guindaste.

Referências

ARAÚJO, R. C. A. *Proposições Logísticas para o Abastecimento de Estruturas Metálicas em Obra Predial de Centro de Cidade*. 2005. Dissertação em fase de conclusão (Mestrado em Engenharia Civil), UERJ, Rio de Janeiro.

BELLEI, I. H., Pinho F. O., Pinho M. O. *Edifícios de Múltiplos Andares em Aço*. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 2004. 454 p.

BOWERSOX, D. J., Closs D. J. *Logística Empresarial – O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento*. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001. 594 p.

FIGUEIREDO, K. F., Fleury P. F., Wanke P. *Logística e Grenciamento da Cadeia de Suprimentos – Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos*. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 483 p.

LYRA DA SILVA, R. *Construção Predial Lean – Mapeamento da Cadeia de Valor das Estruturas Metálicas*. 2005. Dissertação em fase de conclusão (Mestrado em Engenharia Civil), UERJ, Rio de Janeiro.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

ANEXO 2 - LISTA DE MATERIAL DO EDIFÍCIO.

Fonte: Bellei et all (2004), adaptado pelo autor.

Item	Material	Altura (mm)	Peso kg/m	Compr. (mm)	Quant.	Observações
1	CS 300 X 95	300	95	6326	4	Colunas A1,A6,D1 e D6 – 1º trecho
2	CS 300 X 62	300	62	9000	4	Colunas A1,A6,D1 e D6 – 2º trecho
3	CS 300 X 62	300	62	9700	8	Colunas A1,A6,D1 e D6 – 3º trecho
4	CS 300 X 62	300	62	9000	8	Colunas A2,A5,D2 e D5 – 1º trecho
5	CS 300 X 62	300	62	9000	8	Colunas A2,A5,D2 e D5 – 2º trecho
6	CS 300 X 62	300	62	9700	8	Colunas A2,A5,D2 e D5 – 3º trecho
7	CS 300 X 115	300	115	6326	4	Colunas B1,B6,C1 e C6 – 1º trecho
8	CS 300 X 95	300	95	9000	4	Colunas B1,B6,C1 e C6 – 2º trecho
9	CS 300 X 62	300	62	9700	4	Colunas B1,B6,C1 e C6 – 3º trecho
10	CS 300 X 102	300	102	6326	4	Colunas B2,B5,C2 e C5 – 1º trecho
11	CS 300 X 95	300	95	9000	4	Colunas B2,B5,C2 e C5 – 2º trecho
12	CS 300 X 62	300	62	8730	4	Colunas B2,B5,C2 e C5 – 3º trecho
13	CS 300 X 102	300	102	6326	4	Colunas B3,B4,C3 e C4 – 1º trecho
14	CS 300 X 95	300	95	9000	4	Colunas B3,B4,C3 e C4 – 2º trecho
15	CS 300 X 62	300	62	11780	4	Colunas B3,B4,C3 e C4 – 3º trecho
16	VSM 300 X 25	300	25,3	6000	70	Vigas V1 – EL 3000 a 21000
17	VS 450 X 80	450	80	6000	2	Vigas V10 – EL 24000
18	VS 400 X 53	400	53	6000	2	Vigas V11 – EL25520
19	VS 450 X 60	450	60	6000	2	Vigas V12 – EL25520
20	VS 250 X 25	250	25	6000	16	Vigas V1A – EL 24000 e 27000
21	VSM 300 X 30	300	30	6000	154	Vigas V2 – EL 3000 a 21000
22	VSM 250 X 28	250	28		22	Vigas V2A – EL 24000
23	VS 350 X 38	350	38	6000	70	Vigas V3 – EL 3000 a 21000
24	VSM 350 X 31	350	31	6000	12	Vigas V3A – EL 24000 e 27000
25	VS 450 X 51	450	51	6000	42	Vigas V4 – EL 3000 a 21000
26	VS 350 X 38	350	38	6000	6	Vigas VA4 – EL 24000
27	VS 200 X 19	200	19	4250	16	Vigas V5 – EL 3000 a 24000
28	VS 350 X 39	350	39	6000	16	Vigas V6 – EL 3000 e 24000
29	VS 350 X 39	350	39	6000	14	Vigas V7 – EL 3000 a 21000
30	VS 450 X 80	450	80	6000	14	Vigas V8 – EL 3000 a 21000
31	VS 350 X 39	350	39	6000	2	Vigas V9 – EL 24000

ANEXO 3 - LISTA DE MATERIAL QUE COMPÕE OS LOTES

1ª ETAPA

Lote	COLUNAS				VIGAS PRINCIPAIS				VIGAS INTERMEDIÁRIAS				LOTE	
	Nº de Peças	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de peças	Peso total
1	3	6,32	102,0	644,64	4	6	59,5	357,0	0	0	39,0	0,0	7	3.361,9
2	1	6,32	102,0	644,64	4	6	59,5	357,0	4	6	39,0	234,0	9	3.008,6
3	2	6,32	102,0	644,64	6	6	32,6	195,6	2	6	30,0	180,0	10	2.822,9
4	2	6,32	115,0	726,80	6	6	37,0	222,0	2	6	30,0	180,0	10	3.145,6
5	2	6,32	78,5	496,12	6	6	38,1	228,6	2	6	30,0	180,0	10	2.723,8
6	2	6,32	78,5	496,12	6	6	38,3	229,8	2	6	30,0	180,0	10	2.731,0
7	1	6,32	62,0	391,84	4	6	31,5	189,0	2	6	30,0	180,0	7	1.507,8
8	1	6,32	62,0	391,84	4	6	31,5	189,0	2	6	30,0	180,0	7	1.507,8
9	1	6,32	62,0	391,84	4	6	31,5	189,0	2	6	30,0	180,0	7	1.507,8
10	1	6,32	62,0	391,84	4	6	31,5	189,0	2	6	30,0	180,0	7	1.507,8
11	2	6,32	102,0	644,64	6	6	32,6	195,6	2	6	30,0	180,0	10	2.822,9
12	1	6,32	62,0	391,84	4	6	32,0	192,0	2	6	30,0	180,0	7	1.519,8
13	1	6,32	62,0	391,84	4	6	32,0	192,0	2	6	30,0	180,0	7	1.519,8
14	2	6,32	105,0	663,60	6	6	37,0	222,0	2	6	30,0	180,0	10	3.019,2
15	1	6,32	115,0	726,80	4	6	38,0	228,0	2	6	30,0	180,0	7	1.998,8
16	1	6,32	95,0	600,40	4	6	38,0	228,0	2	6	30,0	180,0	7	1.872,4

Lote	COLUNAS				VIGAS PRINCIPAIS				VIGAS INTERMEDIÁRIAS				LOTE	
	Nº de Peças	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de peças	Peso total
17	3	9,00	95,0	855,00	6	6	59,5	357,0	0	0	39,0	0,0	9	4.707,0
18	1	9,00	95,0	855,00	6	6	59,5	357,0	6	6	39,0	234,0	13	4.401,0
19	2	9,00	95,0	855,00	9	6	32,6	195,6	0	6	30,0	180,0	11	3.470,4
20	2	9,00	95,0	855,00	9	6	37,0	222,0	0	6	30,0	180,0	11	3.708,0
21	2	9,00	62,0	558,00	9	6	38,1	228,6	0	6	30,0	180,0	11	3.173,4
22	2	9,00	62,0	558,00	9	6	38,3	229,8	0	6	30,0	180,0	11	3.184,2
23	1	9,00	62,0	558,00	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.772,0
24	1	9,00	62,0	558,00	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.772,0
25	1	9,00	62,0	558,00	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.772,0
26	1	9,00	62,0	558,00	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.772,0
27	2	9,00	95,0	855,00	9	6	32,6	195,6	0	6	30,0	180,0	11	3.470,4
28	1	9,00	62,0	558,00	6	6	32,0	192,0	6	6	30,0	180,0	13	2.790,0
29	1	9,00	62,0	558,00	6	6	32,0	192,0	3	6	30,0	180,0	10	2.250,0
30	2	9,00	78,5	706,50	9	6	37,0	222,0	0	6	30,0	180,0	11	3.411,0
31	1	9,00	95,0	855,00	6	6	38,0	228,0	6	6	30,0	180,0	13	3.303,0
32	1	9,00	62,0	558,00	6	6	38,0	228,0	3	6	30,0	180,0	10	2.466,0

2ª ETAPA

Lote	COLUNAS				VIGAS PRINCIPAIS				VIGAS INTERMEDIÁRIAS				LOTE	
	Nº de Peças	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça	Nº de vigas	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso p/ peça (Kg)	Nº de peças	Peso total
33	3	11,78	62,0	730,36	6	6	59,5	357,0	0	6	39,0	234,0	9	4.333,1
34	1	11,78	62,0	730,36	6	6	59,5	357,0	6	6	39,0	234,0	13	4.276,4
35	2	8,73	62,0	541,26	9	6	32,6	195,6	0	6	30,0	180,0	11	2.842,9
36	2	8,73	62,0	541,26	9	6	37,0	222,0	0	6	30,0	180,0	11	3.080,5
37	2	8,73	62,0	541,26	9	6	38,1	228,6	0	6	30,0	180,0	11	3.139,9
38	2	8,73	62,0	541,26	9	6	38,3	229,8	0	6	30,0	180,0	11	3.150,7
39	1	8,73	62,0	541,26	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.755,3
40	1	8,73	62,0	541,26	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.755,3
41	1	8,73	62,0	541,26	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.755,3
42	1	8,73	62,0	541,26	6	6	31,5	189,0	6	6	30,0	180,0	13	2.755,3
43	2	8,73	62,0	541,26	9	6	32,6	195,6	0	6	30,0	180,0	11	2.842,9
44	1	8,73	62,0	541,26	6	6	32,0	192,0	6	6	30,0	180,0	13	2.773,3
45	1	8,73	62,0	541,26	6	6	32,0	192,0	3	6	30,0	180,0	10	2.233,3
46	2	8,73	62,0	541,26	9	6	37,0	222,0	0	6	30,0	180,0	11	3.080,5
47	1	8,73	62,0	541,26	6	6	38,0	228,0	6	6	30,0	180,0	13	2.989,3
48	1	8,73	62,0	541,26	6	6	38,0	228,0	3	6	30,0	180,0	10	2.449,3

3ª ETAPA

**ANEXO 4 - DETALHAMENTO DO LOTE MAIS PESADO E DO LOTE
E DO LOTE COM MAIOR NÚMERO DE PEÇAS**

**DETALHAMENTO DO LOTE MAIS PESADO
LOTE - 17**

	Nº peças	Altura (mm)	Compr. (m)	Peso (Kg/m)	Peso por peça (Kg)
Coluna 300x95	3	300	9,0	95	855,00
Viga 450x80	3	450	6,0	80	480,00
Viga 350x39	3	350	6,0	39	234,00

Nº total de peças **9**

Peso total do lote: **4.707,00**

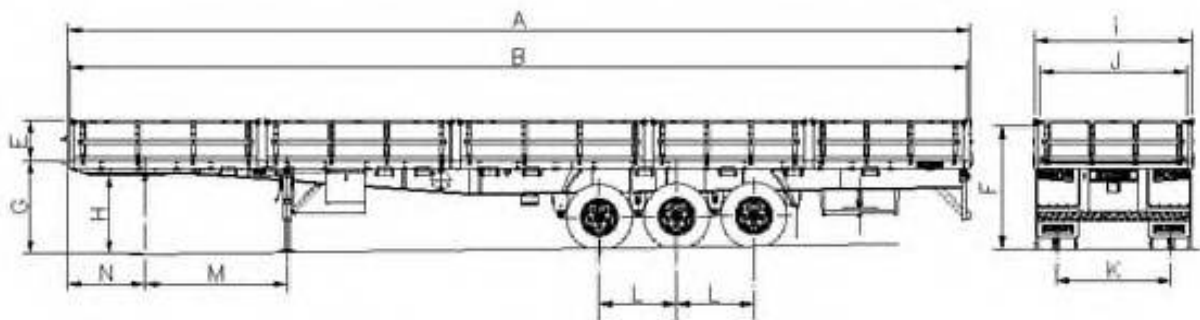
**DETALHAMENTO DO LOTE COM MAIOR Nº DE PEÇAS
LOTE - 18**

	Quantida de (und)	Altura (mm)	Compri mento	Peso (Kg/m)	Peso da unid (Kg)
Coluna 300x95	1	300	9,0	95	855,00
Viga 450x80	3	450	6,0	80	480,00
Viga 350x39	9	350	6,0	39	234,00

Nº total de peças **13**

Peso total do lote: **4.401,00**

ANEXO 5 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SEMI-REBOQUE CARGA SECA DA RANDON SA IMPLEMENTOS E PARTICIPAÇÕES



COTA	Denominação	Dimensão				Unidade
A	Comprimento Externo	12.395	13.020	13.510	14.000	mm
B	Comprimento Interno	12.305	12.930	13.420	13.910	mm
C	Largura externa	2.600	2.600	2.600	2.600	mm
D	Largura interna	2.440	2.440	2.440	2.440	mm
E	Altura total com laterais	2.070	2.070	2.070	2.070	mm
F	Bitola do rodado	1.830	1.830	1.830	1.830	mm
G	Altura do piso à mesa de acoplamento	1.280	1.280	1.280	1.280	mm
H	Altura da plataforma de carga	1.520	1.520	1.520	1.520	mm
I	Altura das laterais	550	550	550	550	mm
J	Balanco dianteiro para veículo 4X2	800	800	800	800	mm
J1	Balanco dianteiro para veículo 6X2	1.415	1.415	1.415	1.415	mm
K	Dist. pino-rei ao aparelho de levant. veículo 4X2	2.300	2.300	2.300	2.300	mm
K1	Dist. pino-rei ao aparelho de levant. veículo 6X2	2.300	2.300	2.300	2.300	mm
L	Distância entre eixos	1.250	1.250	1.250	1.250	mm
Aros		8:25X22,5"	8:25X22,5"	8:25X22,5"	8:25X22,5"	pol.
Pneus		295/80R22,5	295/80R22,5	295/80R22,5	295/80R22,5	pol.
Capacidade de carga técnica		35.000	35.000	35.000	35.000	kgf
Tara aproximada com 13 pneus		7.200	7.350	7.500	7.650	kgf

Fonte: RANDON S.A. Implementos e Sistemas Automotivos.

**ANEXO 8 – FORMULÁRIOS DE PLANEJAMENTO DE SEPARAÇÃO DAS
ESTRUTURAS NO DEPÓSITO**

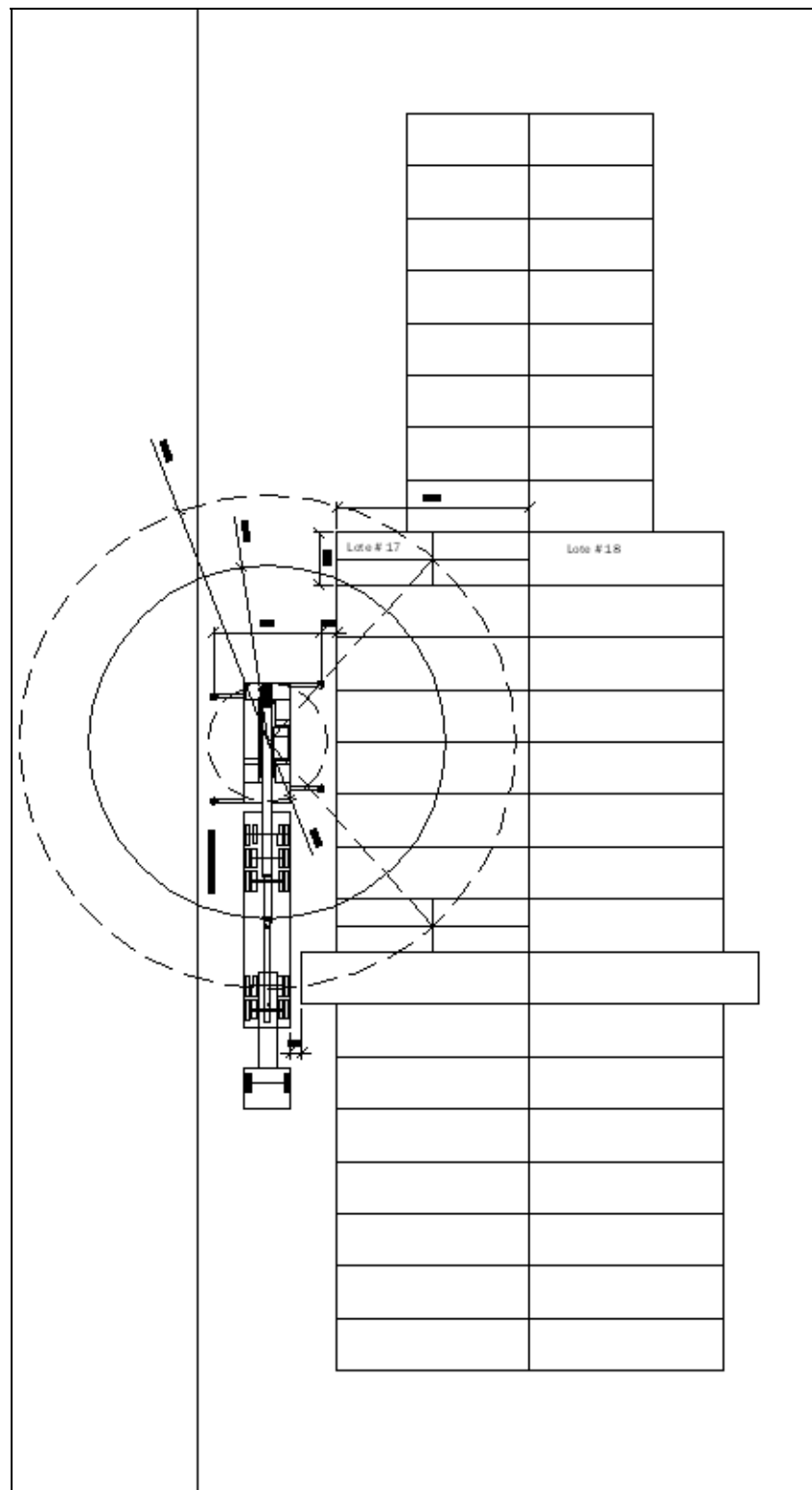
2º Trecho

DESIGNATIVO DAS PEÇAS		QUANTIDADE DE PEÇAS POR LOTE																
		Lote -17	Lote -18	Lote -19	Lote -20	Lote -21	Lote -22	Lote -23	Lote -24	Lote -25	Lote -26	Lote -27	Lote -28	Lote -29	Lote -30	Lote -31	Lote -32	
COLUMNAS	CS 300x 95 (6,32 m)																	
	CS 300x 62 (6,32m)																	
	CS 300x115 (6,32 m)																	
	CS 300x 102 (6,32 m)																	
	CS 300x 95 (9,00 m)	3	1	2	2						2			2				
	CS 300x 62 (9,00 m)					2	2	1	1	1	1		1	1		1	1	
	CS 300x115 (9,00 m)																	
	CS 300x 102 (9,00 m)																	
	CS 300x 62 (11,78 m)																	
	CS 300x 62 (8,73 m)																	
VIGAS	VSM 300x 25					2	2	2	2	2	2		2	2		2	2	
	VSM 350x 31																	
	VS 250x 25																	
	VSM 300x 30					9	9	3	3	3	3	3	9	3	3	9	3	3
	VSM 250x 28																	
	VSM 350x 38																	
	VS 450x 51						3	3	3							3	3	3
	VS 350x 38							3		3	3	3	3	3	3		3	3
	VS 350x 39	3	6															
	VS 450x 80	3	6															

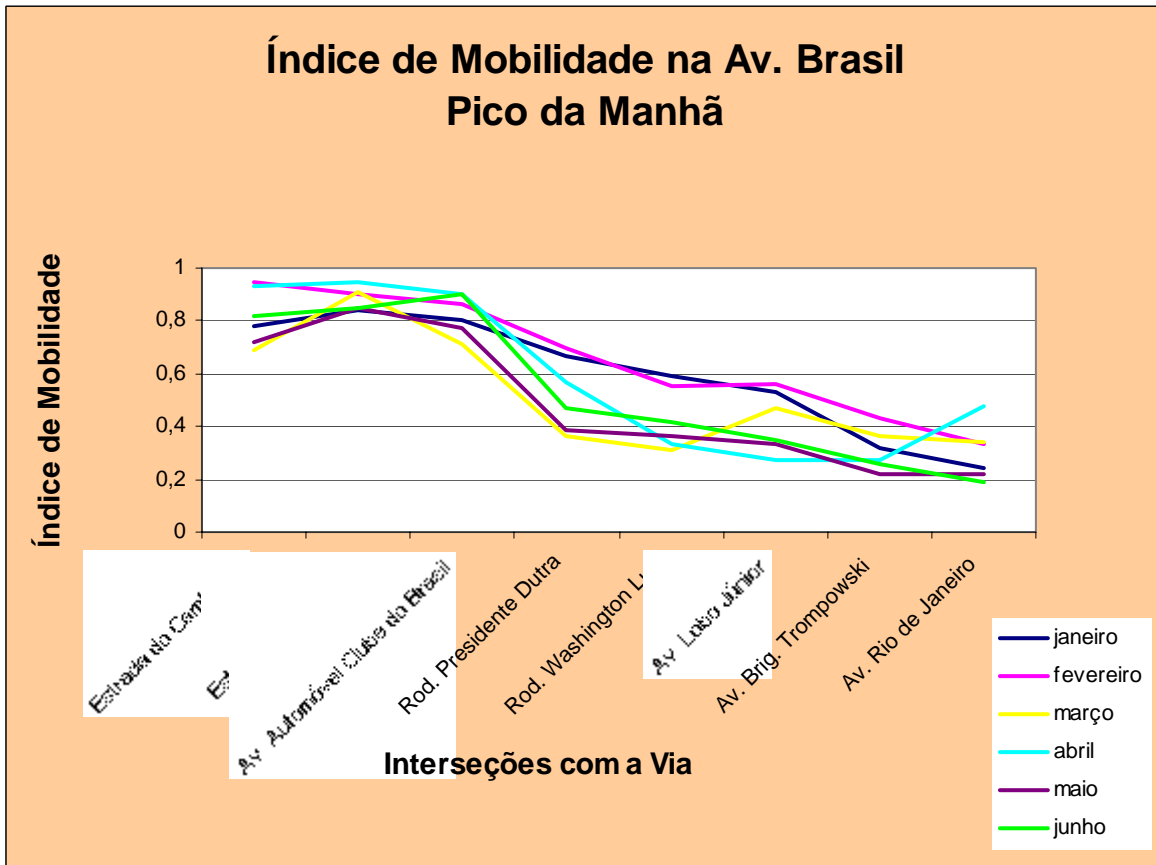
3º Trecho

DESIGNATIVO DAS PEÇAS		QUANTIDADE DE PEÇAS POR LOTE															
		Lote -33	Lote -34	Lote -35	Lote -36	Lote -37	Lote -38	Lote -39	Lote -40	Lote -41	Lote -42	Lote -43	Lote -44	Lote -45	Lote -46	Lote -47	Lote -48
COLUNAS	CS 300x 95 (6,32 m)																
	CS 300x 62 (6,32m)																
	CS 300x115 (6,32 m)																
	CS 300x 102 (6,32 m)																
	CS 300x 95 (9,00 m)																
	CS 300x 62 (9,00 m)				2	2	2	1	1	1	1		1	1	2	1	1
	CS 300x115 (9,00 m)																
	CS 300x 102 (9,00 m)																
	CS 300x 62 (11,78 m)	3	1														
	CS 300x 62 (8,73 m)			2								2					
VIGAS	VSM 300x 25					2	2	2	2	2	2		2	2		2	2
	VSM 350x 31			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
	VS 250x 25					1	1	1	1	1	1		1	1		1	1
	VSM 300x 30			6	6	2	2	2	2	2	2	6	2	2	6	2	2
	VSM 250x 28			3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	
	VSM 350x 38					1	1									1	1
	VS 450x 51				2	2	2								2	2	2
	VS 350x 38			2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
	VS 350x 39	3	6														
	VS 450x 80	6	6														

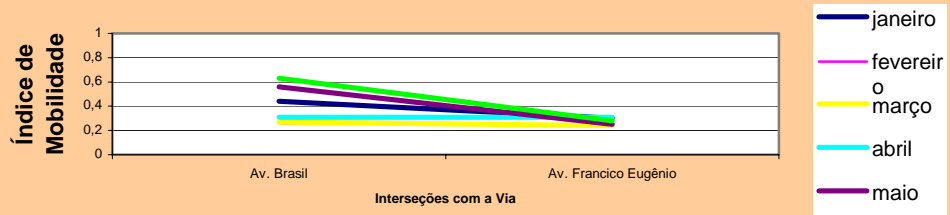
ANEXO 10 – PLANTAS COM O POSICIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS NO DEPÓSITO



ANEXO 11-ÍNDICES DE MOBILIDADE FORNECIDOS PELA GIT – GERÊNCIA DE INFORMAÇÃO DE TRÁFEGO



Índice de Mobilidade Av. Francisco Bicalho Pico da Manhã



Índice de Mobilidade Av. Francisco Bicalho Pico da Tarde

