

LOGÍSTICA NO TRANSPORTE E MONTAGEM DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

S. R. Nascimento Neto, S. M. B. Serra e M. A. Ferreira

RESUMO

O setor da construção civil evoluiu com o nível de industrialização permitido pelos sistemas construtivos industrializados, como os pré-moldados de concreto. Entretanto, para melhor eficiência deste sistema é necessária a utilização da abordagem logística. A gestão logística deve envolver inúmeras atividades do processo produtivo, onde transporte e montagem aparecem como etapas críticas, pois geralmente exigem um planejamento integrado entre diferentes empresas: fabricante, transportadora, montadora e construtora. Este artigo estudou três empresas fabricantes de elementos pré-fabricados no Brasil, localizadas no estado de São Paulo. Com a pesquisa foi possível identificar alguns critérios logísticos empregados pelo setor, assim como verificar até onde a não observância desses critérios pode acarretar problemas que interfiram no processo produtivo. Da análise dos estudos de caso, notou-se que a integração entre os agentes a jusante da cadeia produtiva dos elementos pré-moldados de concreto se mostrou satisfatória, com boa compatibilização de projetos e planejamento entre as partes.

1 INTRODUÇÃO

A utilização da abordagem logística é uma das ferramentas mais importantes para o sucesso de sistemas de gestão da produção na construção civil. Inicialmente concebida como estratégia de distribuição física dos estoques e transporte, a logística hoje alcança também o enfoque de gestão da cadeia de suprimentos. Segundo Silva; Cardoso (2000), a gestão da logística na construção envolve as atividades de planejamento, organização, direção e controle dos fluxos físicos no canteiro de obras e externamente ao mesmo, principalmente relacionado com o fornecimento de suprimentos.

Para um melhor resultado do sistema de produção, também devem ser consideradas as especificidades de cada empreendimento, como o sistema construtivo, a localização, a existência de fornecedores de materiais e equipamentos na região, a qualificação da mão de obra, entre outros aspectos.

Alguns sistemas construtivos, especialmente os industrializados, como os pré-moldados de concreto, exigem que este estudo logístico comece obrigatoriamente desde a fase de concepção do empreendimento. Determinadas soluções só podem ser adotadas se a cadeia

de suprimentos envolvida for considerada em sua plenitude. El Debs (2000) afirma que, em princípio, o emprego da pré-fabricação promove o desenvolvimento tecnológico, envolve equipamentos, valoriza a mão-de-obra e incorpora um maior controle da qualidade aos produtos. Entretanto, para elevar seu potencial de utilização é necessário que as várias etapas da produção sejam consideradas durante a concepção e a elaboração dos projetos.

Assim, para viabilizar a utilização dos pré-moldados de concreto numa obra devem ser considerados diversos aspectos. Entre eles, a definição sobre o local de produção dos elementos pré-moldados, deve levar em conta não só fatores financeiros, mas também aspectos técnicos e operacionais. O transporte e a montagem são etapas críticas do processo produtivo, pois geralmente exigem uma logística complexa, a qual a maioria das empresas do ramo não dispõe. Portanto, torna-se necessário que sejam estudadas e estabelecidas diretrizes que facilitem o gerenciamento do transporte e montagem dos componentes pré-moldados de concreto, tanto na usina de produção e no canteiro de obras, quanto no percurso entre eles.

2 OBJETIVO E METODOLOGIA

O objetivo deste artigo é apresentar uma análise sobre a logística usualmente praticada no transporte e montagem de estruturas pré-moldadas, desde o transporte da fábrica até a aplicação no canteiro de obras por empresas localizadas no interior de São Paulo.

Este trabalho é baseado na pesquisa desenvolvida por Nascimento Neto (2009), que utilizou a metodologia de “estudo de caso”. Foi desenvolvido um questionário que foi aplicado em três diferentes empresas fabricantes de elementos pré-moldados de concreto, com enfoque para os processos de fabricação, transporte e montagem. Neste artigo são apresentadas as análises sucintas referentes aos processos das cinco obras observadas.

3 A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA

O conceito de logística sofreu diversas alterações ao longo de sua implantação. Começando com a utilização de estudos logísticos na arte da guerra até chegar hoje à aplicação da logística empresarial e à logística reversa.

Dentro desta evolução, Raia Jr. (2007) constata que a tradicional logística empresarial passou a incorporar os seguintes valores à cadeia produtiva:

- i. Valor de Lugar: Por muito tempo, as atividades de logística foram confundidas com as de transportes e armazenagem. No entanto, o conceito de transporte reduz-se ao deslocamento de materiais e mercadorias de um ponto a outro no espaço. Esse valor depende do transporte do produto desde a planta industrial ao depósito, deste à loja e, da loja à residência do cliente, ou no caso dos elementos pré-fabricados, da fábrica ao canteiro. Com a evolução tecnológica e conceitual, o ato de transportar, mesmo sendo de grande importância, passou a não satisfazer de maneira isolada às necessidades das organizações e clientes finais.
- ii. Valor de Tempo: Torna-se cada vez mais importante, afinal o valor monetário dos produtos que eleva-se gradativamente com o tempo e assim produzindo custos financeiros altíssimos numa cadeia produtiva. Isto vem obrigando as empresas a cumprirem os prazos estabelecidos, sob risco de penalizações muito mais severas que outrora.
- iii. Valor Qualidade: Com a alta competitividade em todos os ramos da economia, este valor vem ganhando notoriedade sobre os demais. Mesmo na hipótese que o

produto seja disponibilizado adequadamente desde a origem até o destino, no prazo estabelecido, ainda assim as funções logísticas não estariam exercidas de forma plena, é preciso confiar no produto. Serviços de re-entregas podem tornar um produto excessivamente caro e demorado, ao ponto de inviabilizá-lo.

Continuando, Raia Jr. (2007) menciona que uma das atividades mais importantes para a concretização do enfoque logístico é o transporte, pois absorve, em média, a porcentagem mais elevada de custos do que qualquer outra atividade logística. As decisões de transporte devem considerar a programação de veículos, a roteirização do transportador, a consolidação do embarque, entre outros aspectos.

Para Klaus (2009), a logística, significativamente mais que em outro campo, é embutida de uma rede diversa de relacionamentos que explica a dificuldade por profissionais em estabelecer a sua própria identidade. Assim, aspectos que envolvem marketing, economia, contabilidade, administração e engenharia, também devem ser considerados. Por sua vez, a instrumentação da logística envolve conceitos matemáticos, métodos avançados de estatísticas e técnicas de modelagem computacional com apoio crescente e poderoso de Informática. Verifica-se que são diversos os aspectos que influenciam na atividade logística. Assim, o estudo da mesma deve ser sistêmico e contemplar os diversos agentes envolvidos no processo.

4 A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA

Para Serra; Oliveira (2003), a abordagem logística deve ser considerada durante todo o desenvolvimento do ciclo de produção do empreendimento, ou seja, da concepção do mesmo à fase de execução. Deve ser almejada a integração entre todos os agentes participantes de modo a produzir ferramentas gerenciais e diretrizes de utilização da logística de suprimentos e de canteiro. A logística empresarial pode ser um caminho para a diferenciação sobre os concorrentes ao simplificar o processo de gestão; flexibilizar o momento do uso de capitais; realizar planejamento contínuo de atividades e operações; reduzir ou eliminar mão-de-obra que não agregue valor; reduzir estoques e custos, agregando valores aos seus produtos, entre outros aspectos.

Para Silva; Cardoso (2000), o sistema logístico deve ser coerente com a estratégia competitiva e de produção e a estrutura organizacional que a empresa dispõe. Portanto, é em função da estratégia adotada e da estrutura organizacional que se podem identificar pontos chaves de eficácia relacionados à logística para cada empresa.

Cruz (2002) considera os custos logísticos provenientes dos fluxos de materiais e informações necessários para disponibilizar no canteiro de obras os produtos pré-processados nas centrais ou usinas de produção. No entanto, isso nem sempre ocorre, pois a maioria das empresas não percebe estes custos logísticos nos seus custos de produção. Segundo o mesmo autor, a tomada da decisão deve ser baseada na visão do custo total e nas trocas compensatórias envolvidas na cadeia de gerenciamento da produção.

Nota-se que há grande deficiência no ramo de construção civil no que diz respeito à aplicação de conceitos de logística, especialmente na organização da obra e desenvolvimento do projeto de canteiro, quando existente. Para Silva; Cardoso (2000), a logística inclui a resolução de interferências entre os serviços, a implantação do canteiro e a definição dos sistemas de transportes.

4.1 A Utilização de Estruturas Pré-Fabricadas no Contexto Logístico

O emprego deste tipo de elemento construtivo oferece inúmeras vantagens, dentre as quais uma das mais importantes é a maior rapidez da construção, permitindo assim uma maior previsibilidade do término da obra. Outras grandes vantagens são a melhor organização e limpeza do canteiro de obras e praticamente inexistência de desperdícios na execução e na montagem. A demanda crescente proporciona às empresas fornecedoras de pré-fabricados a possibilidade de introduzir no setor construtivo soluções integradas e competitivas, juntamente com alto grau de regularidade e tendência de maior versatilidade arquitetônica.

Diversos fatores como fabricação, transporte e descarga dos elementos, içamento, correto posicionamento e forma de fixação dos mesmos à estrutura devem ser analisados durante a decisão de utilizarem componentes pré-moldados de concreto. Quando necessário, o item “armazenagem” no canteiro também deve ser considerado, pois as peças pré-fabricadas possuem grandes dimensões e isto pode interferir no deslocamento de equipamentos no canteiro. Ademais, no caso dos pré-fabricados tem sido muito bem aceito pelo mercado o conceito de “Just-in-Time” (JIT), processo onde se dispensa a etapa de estocagem das peças, economizando tempo, espaço e mão de obra.

Entretanto, um dos principais pontos negativos das estruturas pré-fabricadas é relativo ao transporte das peças, que devido às suas grandes dimensões e peso elevado requerem equipamentos especiais. O custo do transporte, formado por frete, impostos e pedágios eleva significativamente os custos e, em alguns casos, inviabiliza a utilização deste tipo de tecnologia, como já mencionado. Também a montagem na obra encontra problemas referentes à logística prevista para o acesso de caminhões de transporte e dos guindastes de montagem. Observa-se que não existe uma cultura difundida sobre os critérios e regras para o transporte e montagem das peças pré-fabricadas.

Um exemplo interessante refere-se à construção do Galpão 5 do Estaleiro Atlântico Sul localizado em Recife, PE, conforme Figuras 1 e 2. Durante a realização do projeto executivo e do estrutural foram identificadas as restrições de transporte que levaram à concepção de pilares duplos interligados, pré-fabricados em três partes que foram posteriormente solidarizados na obra (MILLEN, 2009). Tal obra só foi viável considerando a integração do ciclo de produção: planejamento, projeto, materiais, fabricação, transporte e montagem.



Figura 1 - Transporte de pilares com altura igual a 35 m (MILLEN, 2009)



Figura 2 - Vista da montagem do Galpão (MILLEN, 2009)

A fim de fazer com que os componentes cheguem ao canteiro de obra em boas condições de utilização, as próprias empresas fabricantes realizam o controle de qualidade na produção e expedição. O transporte e a montagem das peças envolvem altos custos e a mobilização de uma série de profissionais, além de ser uma atividade demorada. Sabe-se que uma peça ao ser rejeitada quando já estiver na obra, representará um prejuízo considerável aos envolvidos e um possível atraso no cronograma de atividades.

O planejamento da execução da montagem dos elementos geralmente é um serviço oferecido pelo fabricante das peças, ou seu custo fica a cargo dele. Assim, é necessário definir um cronograma específico como será feita a montagem da estrutura, que alimentará o processo de fabricação das peças na fábrica.

A NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 2001) também atenta para a eventual necessidade de escoramento provisório para o auxílio no posicionamento das peças e garantia de estabilidade até que a ligação definitiva seja efetuada. Tal escoramento deve ser projetado e utilizado de forma a sofrer deformações ou movimentações prejudiciais ao concreto ou introduzir esforços não previstos no projeto.

O sistema de movimentação e armazenamento assume papel cada vez mais importante para a melhoria dos níveis de produtividade na construção civil na medida em que a produtividade global da obra é dependente diretamente de sua eficiência e eficácia.

4.2 Transporte dos Pré-moldados de Concreto

Como os elementos pré-moldados de concreto possuem, geralmente, grandes dimensões, há a exigência de que sejam transportados em veículos de mesma magnitude e isto torna a logística ainda mais complexa. As peças precisam ser posicionadas no veículo de forma a minimizar a quantidade de movimentos para seu içamento e fixação no local definitivo.

El Debs (2000) cita que os fatores que interferem na escolha dos equipamentos e sua capacidade são os seguintes:

- i. Pesos, dimensões e raios de levantamento das peças mais pesadas e maiores;
- ii. Número de levantamentos a serem feitos e a frequência das operações;
- iii. Mobilidade requerida, condições de campo e espaço disponível;
- iv. Necessidade de transportar os elementos levantados;
- v. Necessidade de manter os elementos no ar por longos períodos;
- vi. Condições topográficas de acesso e;
- vii. Disponibilidade e custo do equipamento.

Os tipos de equipamentos mais utilizados são: autogruas (guindaste sobre plataforma móvel), guias de torre ou de pórtico e guindastes acoplados a caminhões convencionais. Também é preciso que se verifique a disponibilidade de equipamentos na região da obra, bem como a capacidade de carga dos mesmos. Em determinadas situações, pode ser necessária a importação de equipamentos.

Segundo Lichtenstein (1987), a seleção do sistema de transporte, baseia-se nas quantidades a serem transportadas e nas características dos equipamentos disponíveis, quanto à capacidade, velocidade, confiabilidade e custo. A composição do fator “custo de transporte” utiliza as seguintes parcelas para seu cálculo: custo do equipamento, custos de instalação, montagem e desmontagem, custos de operação e manutenção. Outros pontos

devem ser considerados no processo de análise, dentre eles: local de descarga, local de armazenamento, forma de processamento e aplicação. O tempo de transporte, uma das variáveis na escolha do sistema, é sensivelmente variável conforme a eficiência da mão-de-obra e a velocidade e capacidade dos equipamentos.

O transporte e a montagem no canteiro podem ser feitos pelo próprio fabricante ou por empresa transportadora ou montadora. Para locações por curto período de tempo, o custo da montagem pode ser significativo, devendo-se, portanto racionalizar o processo, localizar estrategicamente na obra e montar o equipamento de forma que necessite do mínimo de deslocamentos dentro do canteiro.

4.3 O Armazenamento das Peças Pré-fabricadas

Uma vez pronta, a peça deverá ser estocada e transportada até o local definitivo da sua utilização. Apesar de, teoricamente, serem operações relativamente simples, estão sujeitas a falhas, muitas vezes de graves conseqüências e que por esse motivo precisam estar sob a tutela do controle de qualidade.

A falha mais comum, e também a mais grave, é o erro no posicionamento dos calços sobre os quais a peça irá repousar, tanto na usina quanto no canteiro, segundo Rodrigues; Agopyan (1991). A posição correta deve vir indicada no projeto, pois nem sempre a peça é estocada na mesma posição de montagem; quando não for indicado, os calços deverão ser colocados sob as alças de manuseio, que são empregadas nas operações de desforma e transporte.

Para Rodrigues; Agopyan (1991), a não observância da correta estocagem traz como conseqüências fissuras e variações indesejáveis na contra-flecha das peças protendidas, levando, às vezes, a inutilização do elemento pré-fabricado.

5 ESTUDO DE CASO

Foram pesquisadas as seguintes obras localizadas no interior do estado de São Paulo, durante os anos de 2008 e 2009, conforme Quadro 1.

Quadro 1 Identificação das Obras Pesquisadas

Obra	Descrição sucinta da obra	Empresa
A	Edifício escolar	1
B	Edifício para órgão público	2
C	Arquibancada para estádio de futebol	3
D	Passarela para pedestre	3
E	Viaduto	3

5.1 Transporte das Peças

Evidentemente, como já comentado, a logística é intrínseca ao transporte e seu correto dimensionamento pode trazer inúmeros benefícios aos envolvidos, agregando valores de lugar e tempo ao produto final. Neste estudo, o transporte mostrou-se ser uma das atividades mais eficientes do processo e ao contrário do que se previa no início da

pesquisa, evidenciou-se não ser a mais crítica na utilização dos elementos pré-moldados. O ato de transportar, em si, é algo complexo e delicado, mas seu planejamento parece ser relativamente enraizado e implantado na empresa, tornando-o aparentemente simples e até trivial.

O fato de terceirizar este serviço delega, comumente, à contratada a tarefa de entregar as peças nos prazos previstos, cabendo ao fabricante apenas a determinação da posição das peças no caminhão, de forma a proporcionar uma montagem mais racional, e obviamente disponibilizá-las nos prazos plausíveis de serem montadas em tempo hábil.

Conforme pode ser verificado nas Figuras 3 e 4, a colocação da peça no caminhão também exige o conhecimento das especificações de apoio e a distribuição das mesmas no transporte, que deve ser dimensionado de acordo com as características de cada projeto.



Figura 3 - Posicionamento da viga da passarela pelo guindaste durante o içamento – Obra D



Figura 4 - Operários conferindo a distância dos apoios – Obra D

O correto dimensionamento do meio de transporte das peças, bem como de sua estratégia, além de proporcionar segurança aos envolvidos, podem também agregar valores temporais e monetários. No caso da Obra C, o custo do transporte era aproximadamente 30% do valor total de uma peça. Nas Figuras 5 e 6, observam-se que o transporte pode agregar várias peças para uma mesma obra, e que devem ser previstos os locais de apoio e o uso de equipamentos que garantam a estabilidade do conjunto peça e caminhão.



Figura 5 - Detalhe do posicionamento das peças no caminhão – Obra A



Figura 6 - Detalhe do posicionamento das peças no caminhão – Obra C

Uma das empresas pesquisadas transportava suas peças com seus veículos próprios ou, eventualmente, utilizava equipamentos fretados. Eram utilizados veículos costumeiramente

denominados caminhões do tipo “truck”, carretas com três eixos. Em casos de peças de grande porte, podia ser utilizado um veículo especial chamado “Dolly” para peças com dimensões especiais, todos dotados com rádio comunicador conectado com a sede da empresa e sem rastreador por satélite. Nas Figuras 7 e 8 seguintes observa-se o transporte através destes dois tipos diferentes de caminhões.



Figura 7 - Transporte e fixação da peça do estádio; localização para descarregamento – Obra C



Figura 8 - Visualização do operador da carroceria do caminhão “Dolly” – Obra D

O veículo de transporte “Dolly” possuía além do cavalo mecânico do caminhão, uma carroceria com quatro eixos, com oito pneus em cada e comando duplo, ou seja, além do motorista do caminhão havia um operador na carroceria que posicionava o veículo durante as curvas nas estradas. No caso da Obra D, a magnitude da peça tornou muito complexa a operação de transporte entre a fábrica e o canteiro, que durou aproximadamente sete dias para percorrer 250 Km. As restrições eram que o veículo devia trafegar de forma mais lenta e era proibida a circulação na maior parte do dia, por representar grandes riscos de acidentes aos demais veículos que transitariam próximos à carreta. Obviamente, este processo não seria satisfatoriamente sucedido se a logística não fosse muito bem aplicada.

5.2 Montagem dos Elementos Pré-moldados

A montagem dos elementos deve ser conduzida de modo a obedecer as tolerâncias especificadas para a fundação e superestrutura e evitar choques e movimentos abruptos. Esta atividade também está sujeita a falhas, assim como na estocagem ou transporte, deve haver um controle de qualidade rígido sobre as ações. Esta atividade também pode ser terceirizada para empresas especializadas que possuem equipamentos com capacidade variada e que podem ser locados em maior quantidade considerando o planejamento da execução da montagem. Nas Figuras 9 e 10, pode ser observada a existência simultânea de três guindastes para montagem na Obra C.

Outra recomendação importante é que os equipamentos considerem a sua capacidade em função da natureza dos movimentos que serão necessários que dependem do tipo de peça a ser içada, bem como da programação logística da ordem de montagem de peças.

A localização do guindaste deve considerar uma maior abrangência das quantidades de peças a serem montadas e também a necessidade de posicionamento das peças, como no caso da Figura 11. Em espaços restritos, como a Figura 12, a localização do guindaste e das peças deve ser criteriosamente estudada afim de não atrasar a execução, não prejudicar a fixação das peças já instaladas e possibilitar a saída do veículo do canteiro de obras.



Figura 9 – Visualização dos guindastes no trecho 1 – Obra C



Figura 10 - Visualização dos guindastes nos trechos 1 e 2 – Obra C



Figura 11 - Montagem do pilar com necessidade de rotação da peça – obra A



Figura 12 - Posicionamento do guindaste de montagem em canteiro restrito – Obra B

A grande diversidade de componentes existentes num empreendimento requer um planejamento da montagem integrado com a fabricação e o transporte. No caso da Figura 13, observa-se a existência de diversos pilares, vigas e lajes pré-moldadas. A montagem é realizada de forma a completar determinada região do edifício da Obra A, e o armazenamento das peças é feito em região próxima ao local de execução. Na Figura 14, observa-se a diversidade de peças da Obra C e imagina-se o desafio do processo logístico.



Figura 13 - Montagem e armazenamento provisório de peças – Obra A



Figura 14 - Visualização da diversidade de peças – Obra C

Para que o planejamento da montagem seja o mais eficiente possível é comum representar graficamente a disposição dos equipamentos durante o processo de execução. O plano da

montagem é denominado “Plano de Rigging” que consiste num projeto de montagem das peças de uma obra, conforme Figura 15. Nele constam na planta de locação do empreendimento, o correto posicionamento do guindaste durante a operação, bem como seu raio de atuação, além das diversas posições que o veículo de transporte utilizado pode ficar de forma a facilitar que as peças sejam descarregadas e montadas.

Na Figura 16 pode ser visto o posicionamento do guindaste para a montagem das peças da passarela de pedestres da obra D. Neste projeto constavam as coordenadas do posicionamento dos veículos de montagem e de transporte, bem como a direção e sentido no qual deveria estar orientado. Havia, também, instruções sobre o isolamento da área e as condições climáticas durante a operação de montagem.

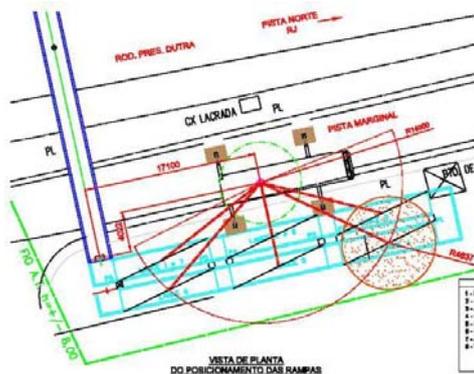


Figura 15 - Parte do Plano de *Rigging* utilizado na obra D

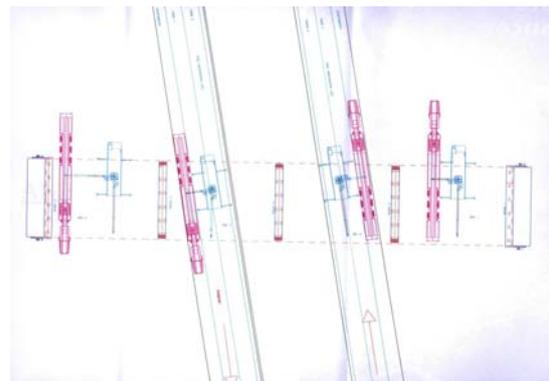


Figura 16 - Posicionamento dos veículos durante a montagem na obra E

No caso da Obra E, também foi realizado o Plano de “Rigging” identificando a localização dos equipamentos. Em cada “patolada” do guindaste eram montadas apenas três vigas. A necessidade de dois posicionamentos do guindaste por vão deveu-se à capacidade de trabalho do equipamento, que nominalmente é de 120 t, porém no dimensionamento da montagem deve-se levar em consideração o raio entre a lança do guindaste e o centro de gravidade de peça, pois para cada raio há uma respectiva capacidade de carga. No caso da Obra E, as peças eram de grande dimensão, o que exigiu a maior alteração dos posicionamentos.

5.3 Análise dos Resultados

Da análise global dos estudos de caso, notou-se que a integração entre os agentes participantes da utilização de elementos pré-moldados de concreto se mostrou satisfatória, com boa comunicação e compatibilização de projetos entre as partes. Certamente a fabricação é o vértice da cadeia produtiva que mais envolve atividades logísticas, desde a localização da fábrica, seu layout interior, até estratégias de recebimento de matéria-prima e expedição de elementos prontos.

É interessante notar que uma das empresas analisada possuía processos informatizados de liberação de ordens de serviço, mas as peças já produzidas eram identificadas manualmente. Ou seja, desta forma subutilizava-se um recurso computacional que poderia gerar inúmeros benefícios à empresa, como a expedição eletrônica ou mesmo a capacidade de rastrear as peças, no caso da adoção de etiquetas informatizadas. Apesar do custo elevado, a expedição eletrônica poderia trazer a simplificação do controle, pois a partir da ordem de fabricação, automaticamente a peça ganharia uma “identidade” que a

acompanharia por toda sua vida útil, agregando assim um valor muito importante ao produto: a rastreabilidade. Ou seja, poder-se-ia avaliar fisicamente todo o processo de transporte e montagem, além do desempenho dos elementos ao longo de sua vida útil.

A atividade de montagem mostrou-se complexa e a de custo relativo mais elevado quando comparada às demais, pois os equipamentos envolvidos possuíam elevado valor agregado. A boa execução da montagem depende de um plano de ação bem elaborado, de forma a permitir a mobilidade dos equipamentos envolvidos com rapidez e segurança. Estes fatores foram considerados como limitantes para a utilização dos equipamentos e por consequência também das estruturas pré-moldadas de concreto. Logo, é importantíssimo que a montadora das peças tenha acesso ao layout da obra e que seja consultada pelo fabricante durante a concepção de um projeto para que este seja adaptado às restrições de capacidade e mobilidade dos equipamentos.

conclusões

A montagem é a última parte da cadeia logística que se inicia na fabricação dos elementos, e conseqüentemente sofre os impactos provenientes do mau dimensionamento de todo o processo. Evidentemente, isto não a isenta da necessidade de aperfeiçoamento das técnicas e equipamentos empregados, mas denota que é preciso que esteja em consonância com as demais etapas para que o processo seja eficiente.

Observou-se que a maior parte dos atrasos no processo é decorrente da fabricação dos elementos. No transporte e na montagem, onde se tem o custo de aluguel de equipamentos, estes atrasos são menos freqüentes, devido principalmente à onerosidade de quebras de contratos ou valores extras pagos com as locações. Aparentemente, a adoção de medidas simples de racionalização dos processos fabris pode reduzir sensivelmente os atrasos e gerar um sensível potencial de ganho de tempo e recursos com a otimização das atividades de entrega e montagem de pré-moldados ou qualquer outro material.

6 CONCLUSÃO

O conceito de logística sempre foi muito relacionado diretamente à redução de custos pelos entrevistados. Verificou-se que é preciso ampliar esta visão, agregando outros valores como produtividade, qualidade e pontualidade, além do escopo da integração com a cadeia de suprimentos.

Portanto, pode-se afirmar que se torna necessário que sejam estabelecidas diretrizes e normas que facilitem o gerenciamento dos componentes pré-moldados de concreto, tanto na usina de produção e no canteiro de obras, quanto no percurso de transporte. É preciso que seu uso seja divulgado e incentivado pelas organizações normativas ou associativas, pois atualmente há apenas atuações individuais e pontuais das empresas.

7 AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio à pesquisa realizada. Às empresas participantes da pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2001) **NBR-9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro. ABNT. 2001. 37p.



Cruz, A.L.G. (2002) **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil:** uma abordagem logística. 401p. Tese (Pós-graduação em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC.

El Debs, M.K. (2000) **Concreto pré-moldado:** fundamentos e aplicações. Publicação Escola de Engenharia de São Carlos. 1. ed. São Carlos, SP.

Klaus, P. (2009) Logistics research: a 50 years' march of ideas. **Logistics Research**, v. 1, n. 1 / March, p.53-65.

Lichtenstein, N.B. (1987) O uso da grua da construção do edifício. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/18. 16p. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/lista.htm#boletins%20técnicos>. Acesso em junho de 2008.

Millen, E.A. (2009) **Galpão 5 do Estaleiro Atlântico Sul.** In: 2º. Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-moldado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/2enppcpm/>. Acesso em abril de 2010.

Nascimento Neto, S.R. (2009) **Análise Logística do Transporte e Montagem de Pré-Moldados em Canteiros de Obras.** Relatório de Pesquisa de Iniciação Científica apoiado pela FAPESP, UFSCar. 126 p.

Raia Jr., A.A. (2007) **Logística:** notas de aula. Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 57p.

Rodrigues, P.P.F.; Agopyan, V. (1991) Controle de qualidade na indústria de pré-fabricados. São Paulo, SP. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, BT/PCC/49. 17p. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/lista.htm#boletins%20técnicos>. Acesso em maio de 2008.

Serra, S.M.B.; Oliveira, O.J. (2003) Development of the logistics plan in building construction. In: 2nd International Structural Engineering and Construction Conference – ISEC 02. **Electronic proceedings...** Rome, September 23-26.

Silva, F.B.; Cardoso, F.F. (2000) Conceitos e diretrizes para a organização da logística em empresas construtoras de edifícios. São Paulo, SP. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, BT/PCC/263, 25p. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/lista.htm#boletins%20técnicos>. Acesso em junho de 2008.