UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UNIJUI

FELIPE SPANIVELLO HUBERT

ESTUDO SOBRE O USO DE GRUA PARA LOGISTICA DE MATERIAIS EM CANTEIRO DE OBRA

Ijuí

2015

FELIPE SPANIVELLO HUBERT

ESTUDO SOBRE O USO DE GRUA PARA LOGISTICA DE MATERIAIS EM CANTEIRO DE OBRA

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a): Cristina Eliza Pozzobon

Ijuí/RS

2015

FELIPE SPANIVELLO HUBERT

ESTUDO SOBRE O USO DE GRUA PARA LOGISTICA DE MATERIAIS EM CANTEIRO DE OBRA

Este de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora.

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Mestre pela Universidade Federal de Santa Catarina – Orientador(a)

Prof. Lia Geovana Sala

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil/UNIJUÍ

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cristina Eliza Pozzobon (UNIJUÍ)

Mestre pela Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Lucas F. Krug (UNIJUÍ)

Mestre pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Ijuí, 11 de novembro de 2015

Para ser grande, se inteiro: nada teu exagera ou excluí. Se
todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda brilha, porque alta vive.

Ricardo Reis

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades; por minha vida, família, namorada e amigos.

Aos meus pais, Roberto e Laura, meu irmão, Eduardo, minha irmã, Natalia, e minha namorada, Ana Carolina, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A indústria, onde a obra se desenvolveu, e a empresa construtora que abriram suas portas e aos profissionais que cederam parte do seu tempo para o desenvolvimento da pesquisa.

A professora Cristina Pozzobon pela oportunidade, apoio e orientação na elaboração do trabalho.

A Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de fazer o curso.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

HUBERT, Spanivello. Felipe. **Estudo sobre o uso de Grua para Logística de Materiais em Canteiro de Obra**. 2015. Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

Considerando a importância que a construção civil representa na economia brasileira, e levando em conta o fato de ser considerada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e grandes desperdícios, damo-nos conta de que ela ainda tem muito a crescer, podendo representar ainda mais para o país. No intuito de diminuir perdas e desperdícios, aumentando o processo produtivo, entramos diretamente no setor de planejamento logístico dentro do canteiro de obras, visando garantir o abastecimento, a armazenagem, o processamento, e a disponibilização dos recursos materiais nas frentes de trabalho, com qualidade, segurança e agilidade; bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Na tentativa de obter uma logística viável, com a melhor utilização do espaço físico disponível para a realização de trabalho eficiente e seguro, este Trabalho de Conclusão de Curso abordará um estudo de caso, sobre os benefícios da implementação de uma grua (guindaste de torre) para logística de peças pré-fabricadas, em uma obra de médio/grande porte, verificando a viabilidade custo x benefício da mesma.

Palavras-chave: Engenharia civil. Movimentação de materiais. Elevação de Cargas. Guindaste de Torre. Grua. Logística de pré-fabricados.

ABSTRACT

HUBERT, Spanivello Felipe. A study on the use of crane for Logistics Material in Construction sites. 2015. Course Conclusion work. Civil Engineering, Northwest Regional State University Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

Considering the importance that the construction represents to the Brazilian economy, as well as the fact that it is behind other countries when it comes to development with low productivity rates and large waste, we realize in that it still has much to grow and mean to our country. With an intention of reducing losses and waste by increasing the production process, we get to the logistics-planning sector within the construction sites in order to ensure supply, storage, processing, and availability of material resources in the work fronts, with quality, security and flexibility; as well as to dimension the production teams and the management of production flows. In an attempt to improve the logistics, by having a better use of available space and performing safe and efficient work, this Course Conclusion Work will focus on the benefits of implementing a crane (or tower crane) in major construction projects, analyzing its cost-benefit possibility.

Keywords: Civil Engineering. Material handling. Lifting loads

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Princípio da transparência e princípios dentro da gestão dos fluxos físicos..... 21
Figura 2- Guindaste móvel sobre rodas 31
Figura 3- Variação da capacidade de carga em guindaste móvel sobre rodas 31
Figura 4- Guindaste sobre esteiras com lança treliçada. 32
Figura 5- Tipos de gruas 35
Figura 6- Grua estacionaria com lança horizontal, fixa..... 35
Figura 7- Grua estacionaria com lança horizontal, fixa..... 36
Figura 8- Grua estacionária ascensional com lança horizontal 36
Figura 9- Grua estacionária ascensional com lança horizontal. 37
Figura 10- Grua estacionaria, móvel sobre trilhos. 37
Figura 11- Representação do delineamento da pesquisa 38
Figura 12- Torre em perspectiva 3D..... 46
Figura 13- Área de obra..... 48
Figura 14- Áreas para estoque de peças 50
Figura 15- Sentido da montagem..... 52
Figura 16- Análise da montagem maio..... 53
Figura 17- Análise da montagem junho 53
Figura 18- Análise da montagem julho 54
Figura 19- Análise da montagem agosto 54
Figura 20- Intempéries junho 57
Figura 21- Intempéries julho 57
Figura 22- Intempéries agosto.....57
Figura 23- Intempéries setembro.....57
Figura 24- Uso de guindastes 58
Figura 25- Início da montagem 61
Figura 26- Içamento das primeiras vigas..... 62
Figura 27- Estoque de pré-fabricados..... 63
Figura 28- Área para estoque de pré-fabricados próximo a montagem 63
Figura 29- Pré-fabricados aguardando montagem 64

Figura 30- Falta de drenagem no terreno (área 1) 65
Figura 31- Falta de drenagem (área 2)..... 65
Figura 32- Evolução da obra (A)..... 66
Figura 33- Evolução da obra (B) 66
Figura 34- Evolução da obra (C) 67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 ESCOPO DA PESQUISA 14

2.1 Objetivos da pesquisa 14

2.2 Delimitações 14

2.3 Limitações 14

2.4 Estrutura do trabalho 14

3 REVISÃO DA LITERATURA 16

3.1 Canteiro de Obras 16

3.1.1 Planejamento e Gestão do canteiro de obras 17

3.1.2 Produção enxuta e o canteiro de obras: 18

3.2 Logistica de materiais no canteiro de obra 19

3.2.1 Fluxo Físico de Materiais 20

3.2.2 Canteiro de Obra e o Planejamento Logístico 21

3.2.3 Impasses da Logística na Construção Civil 23

3.3 Estruturas pré-fabricadas de concreto armado 24

3.3.1 Logística do canteiro de obras para construção pré-fabricada 25

3.4 Equipamentos para transporte de peças Pré-fabricadas 27

3.4.1 Dimensionamento de equipamentos para montagem de pré-fabricados 28

3.4.2 Modelos de equipamentos para montagem de pré-fabricados 29

4 MÉTODO DE PESQUISA 38

4.1 Delineamento da pesquisa 38

4.2 Fontes de evidência 40

4.2.1 Observação direta e observação participante 40

4.2.2 Monitoramento dos trabalhos de logística 40

4.2.3 Análise de documentos 41

4.2.4 Lista de verificação 41

4.2.5 Análise da logística existente para movimentação peças pré-fabricadas 42

4.3 Sistema de movimentação e montagem de peças pré-fabricadas existente 42

4.4 Elaboração de projeto para movimentação de peças pré-fabricadas 43

5 ESTUDO DE CASO 44

5.1 Descrição da empresa 44

5.2 Decrição da obra 44

5.3 Análise do layout do canteiro de obras 47

5.4 Análise da logística adotada para estocagem, movimentação e montagem de peças pré-fabricadas 49

5.5 Análise de dados a partir da coleta de fontes de evidência 52

5.5.1 Análise de documentos 52

5.5.2 Verificações a partir do monitoramento dos trabalhos de montagem 59

5.5.3 Lista de verificação 59

5.5.4 Documentação do andamento da obra por imagens 61

5.6 Diagnóstico do sistema de movimentação de peças pré-fabricadas 67

5.7 Plano de intervenção e possiveis resultados 69

5.7.1 Dimensionamento da grua 69

5.7.2 Vantagens agregadas ao uso da grua 71

5.7.3 Custo de uma grua x custo do guindaste 72

6 CONCLUSÃO 75

REFERÊNCIAS 78

1 INTRODUÇÃO

Planejar, organizar, controlar e conduzir os processos que ocorrem no canteiro de obras são indispensáveis quando a empresa visa obter uma evolução maior no que diz respeito a qualidade e produtividade em obras. Diante de um mercado concorrido, a construção civil necessita de uma melhoria continua no seu processo construtivo, buscando agilidade nos andamentos construtivos, aumento do rendimento e nível de serviço, e ainda a diminuição do desperdício, no âmbito de oferecer ao cliente um produto de melhor qualidade com preço competitivo, passado a obter um lucro maior sobre o empreendimento.

Nesse sentido, o estudo das condições gerenciais dos canteiros de obras passa a ser uma peça cada vez mais importante na busca de qualidade e produtividade, tendo em vista que o canteiro é a oficina da respectiva obra. Qualidade e produtividade somente serão alcançadas se houver uma sistematização do processo de concepção e implantação do canteiro de obras.

Visando obter a melhor utilização do espaço físico disponível para a realização de trabalho eficiente e seguro, através do layout do canteiro de obras fazemos o estudo das rotas de circulação, meios de transporte e questões ambientais, pretendendo otimizar o processo produtivo e buscando obter o máximo nível de serviço agregado com o menor custo total das atividades

Pensando nisso e focando na parte de logística do canteiro de obras este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) focará no estudo sobre a viabilidade de se utilizar gruas para movimentação e montagem de peças pré-fabricadas de concreto armado, já que estas, além da capacidade de transportar grandes quantidades de carga com segurança e velocidade, se destacam pelo emprego de peças pré-montadas de grande porte que facilitam a sua montagem e desmontagem, ocupando um espaço menor no canteiro de obras.

2 ESCOPO DA PESQUISA

2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

Estudar o uso da grua na logística de elementos pré-fabricados, abordando as diretrizes para o dimensionamento do equipamento para a logística de pré-fabricados de concreto, identificando as lacunas em torno do processo de movimentação e gestão de fluxos físicos na obra escolhida para estudo, propondo um meio alternativo de logística ao usado na obra, visando uma economia de tempo e dinheiro com o uso da grua.

2.2 DELIMITAÇÕES

O estudo de caso delimitou-se a uma obra de construção civil de uso industrial realizada no município de Cruz-Alta/RS. A obra é realizada por uma empresa construtora, contratada para execução da ampliação da parte civil da indústria.

2.3 LIMITAÇÕES

As diretrizes e procedimentos criados para o dimensionamento do equipamento para logística dizem respeito a movimentação horizontal e vertical somente das peças pré-fabricadas de concreto dentro do canteiro de obras.

O fato de ter se realizado apenas um estudo de caso impossibilita a generalização das conclusões obtidas.

2.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é apresentado na forma de uma introdução seguida do presente capitulo que apresenta além dos objetivos da pesquisa as delimitação e limitações consideradas no trabalho.

No capítulo 3, a revisão bibliográfica mostra a importância do planejamento e gestão do canteiro de obras afim de se obter uma produção enxuta, focando no fluxo de materiais, mais especificamente no dimensionamento de equipamentos para logística de peças pré-fabricadas de concreto.

O capítulo 4 apresenta o delineamento da pesquisa, expondo as fontes de evidência utilizadas para pesquisa, as ferramentas para a avaliação do sistema de movimentação de peças pré-fabricadas existente, além dos critérios adotados para a elaboração do projeto de um meio alternativo ao existente, para logística das peças.

O estudo de caso é apresentado no capítulo 5, assim como projeto para movimentação das peças pré-moldadas através da grua; e encerrando o trabalho é apresentado a conclusão, com as considerações finais sobre o estudo realizado.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A construção civil é o setor industrial que representa uma importância fundamental na economia brasileira. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, possui uma importante participação na composição do PIB (Produto Interno Bruto), representando nos últimos anos uma média percentual em torno de 6% do PIB total do País. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, afirma que com relação aos postos de trabalho sua participação é, em média, de 40% do total da mão de obra da indústria de transformação em geral; e comparando- se com outros setores da indústria de transformação, é o maior de todos eles (VIEIRA, 2006, p.11).

Em contrapartida, Saurin e Formoso (2006), mostram que a indústria da construção civil, é frequentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividades e elevados desperdícios de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior à indústria de transformação, sendo que um dos principais reflexos desta situação são os altos índices de perdas materiais, conforme constatado em estudos como os realizados por Soibelman (1993) e Pinto (1989).

O planejamento é determinante para que se atinjam os objetivos definidos na construção de uma obra, de maneira a controlar de forma eficiente e segura os recursos e otimizar prazos, custos, qualidade e condições ambientais. A grandiosidade e importância do setor de construção civil no Brasil, é algo fácil de observar no dia-a-dia, porém, basta uma análise para notarmos que a gestão de produção poderia ser melhor, levando mais organização e planejamento dos processos de transformação para o alcance de um objetivo comum (SAURIN E FORMOSO, 2006).

3.1 CANTEIRO DE OBRAS

Conforme consta na Norma Regulamentadora 18 (NR-18) (FUNDACENTRO, 1996), o canteiro de obras é a área de trabalho fixa e temporária, onde desenvolvem- se operações de apoio e execução de uma obra. Seu intuito é proporcionar o suporte necessário às operações desenvolvidas ao longo da obra, para que os demais serviços aconteçam da forma mais produtiva possível, visando obter redução nos custos de produção.

Para Souza (2002), o canteiro de obras é a fábrica na qual o produto final é o edifício, devendo ser analisado sob a ótica dos processos de produção do mesmo e também como espaço de convívio das pessoas envolvidas na produção em seu dia-a-dia de trabalho. Souza ressalta que quanto maior o cuidado com relação ao projeto e implantação do canteiro, maiores serão as probabilidades de obter-se uma obra com qualidade, produtividade, e segurança de seus operários.

Enfim, o canteiro de obras deve proporcionar toda a infraestrutura necessária para produção do edifício, tendo como principal objetivo a disponibilização dos recursos necessários, no momento certo, para sua utilização, podendo ser mais eficiente e eficaz em função do seu projeto do produto de produção, bem como da forma de gerenciamento empresarial e operacional que influenciará na produtividade da utilização dos recursos, em função da sua organização e do seu arranjo físico (FERREIRA E FRANCO 1998, p.05).

3.1.1 Planejamento e Gestão do canteiro de obras

Ferreira e Franco (1998) colocam que um canteiro de obras se encontra constantemente em mudança, devido as diferentes etapas da construção, sendo essencial a elaboração de um projeto que venha contemplar da melhor maneira possível cada uma dessas fases, visando eliminar ou ao menos reduzir os problemas de cada etapa.

Diante disto, Mattos (2010), traz o ciclo PDCA- Planejar, Desempenhar, Checar e Agir como uma maneira eficiente de controlar os processos e fases dos canteiros. Tal ciclo direciona o profissional a planejar; estudando o projeto, definindo uma a metodologia, e gerando um cronograma com programação. Em seguida, desempenhar a tarefa; executando as atividades, informando e motivando profissionais e a partir disto checar resultados, comparando o previsto com o realizado, para então agir; implementando ações corretivas e, posteriormente reiniciando o ciclo.

Para Frankenfeld (1990 apud SAURIN E FORMOSO, 2006) o planejamento de um canteiro de obras pode ser definido como o planejamento de layout e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O planejamento do layout envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores,

materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem. Já, o planejamento logístico estabelece as condições de infra- estrutura para o desenvolvimento do processo produtivo, estabelecendo, por exemplo, as condições de armazenamento e transporte de cada material, a tipologia das instalações provisórias, o mobiliário dos escritórios ou as instalações de segurança de uma serra circular, por exemplo.

Com o intuito de que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, o processo de planejamento do canteiro de obras tem como objetivo fazer a melhor utilização do espaço físico disponível. Nesse contexto, devemos traçar objetivos de alto nível, como promover operações eficientes e seguras; manter a motivação dos empregados, cuidar do aspecto visual do canteiro; e de baixo nível buscando a minimização de distâncias de transporte e do tempo de movimentação de pessoal e materiais, e reprimir obstruções ao movimento de materiais e equipamentos (SAURIN e FORMOSO, 2006).

Apesar de as vantagens operacionais e econômicas de um eficiente planejamento de canteiro serem mais óbvias em empreendimentos de maior porte e complexidade, é ponto pacífico que um estudo criterioso do layout e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações, para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte (SANTOS, 1995 apud SAURIN e FORMOSO, 2006).

Mattos (2010), traz como principais benefícios do planejamento de uma obra, os seguintes itens: conhecimento pleno da obra; detecção de situações desfavoráveis; agilidade nas decisões; relação com o orçamento; otimização da alocação de recursos; referência para acompanhamento; padronização; referência para metas; documentação e rastreabilidade; criação de dados históricos; profissionalismo. Tais benefícios propiciam ao profissional pleno controle da obra permitindo os devidos ajustes e que as operações atinjam os objetivos que foram estabelecidos.

3.1.2 Produção enxuta e o canteiro de obras

Conforme Womack; Jones e Roos, (2004 apud GREEF; FREITAS E ROMANEL, 2012) a produção enxuta caracteriza-se por usar a menor quantidade de recursos possíveis, buscando aplicar metade do esforço empregado por pessoas envolvidas no processo de produção, não

exigindo volume tradicional de investimentos em materiais e elementos. Distingue-se por ser planejada, tendo o tempo de planejamento reduzido devido ao conhecimento particular e a redução de desperdícios, além de dispensar grande volume de estoque de matérias-primas e de recursos; originando produtos com menor incidência de defeitos, devido a seu planejamento e objetivo.

Na construção civil, Greef; Freitas e Romanel (2012) colocam 11 princípios que foram desenvolvidos para construção civil, a partir dos conceitos de produção enxuta:

1. Redução da parcela de atividades que não agregam valor;
2. Melhorar o valor do produto a partir das considerações do cliente;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir o tempo de ciclo;
5. Simplificar e minimizar o número de atividades;
6. Melhorar a flexibilidade do produto;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Focar o controle do processo global;
9. Introduzir a melhoria contínua do processo;
10. Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões;
11. Melhores práticas.

Kurek et al (2006) mostram que para aprimorar um canteiro de obras, levando em consideração as premissas da construção enxuta devemos setorizar e organizar, a maneira de dispor os materiais, os funcionários, equipamentos e instalações necessários ao processo de produção, objetivando a realização das tarefas diárias segundo um cronograma de execução e no menor tempo possível, com a racionalização dos recursos disponíveis, ou seja, recursos materiais como insumos, equipamentos e ferramentas, recursos humanos (mão-de-obra) e financeiros.

A mentalidade enxuta no canteiro de obra possibilita criar um ambiente ideal para o recebimento, transporte e armazenagem dos insumos numa obra de edificações, bem como no processamento inicial de corte e montagem das matérias-primas, além de auxiliar na concepção do layout dos canteiros, de forma a minimizar a adoção de critérios subjetivos para a disposição física dos setores, tornando o processo mais sistemático e criterioso (KUREK et al, 2006).

3.2 LOGISTICA DE MATERIAIS NO CANTEIRO DE OBRA

3.2.1 Fluxo físico de materiais

Conforme cita Shingo (1996ª, apud ALVES, 2000, p.37):

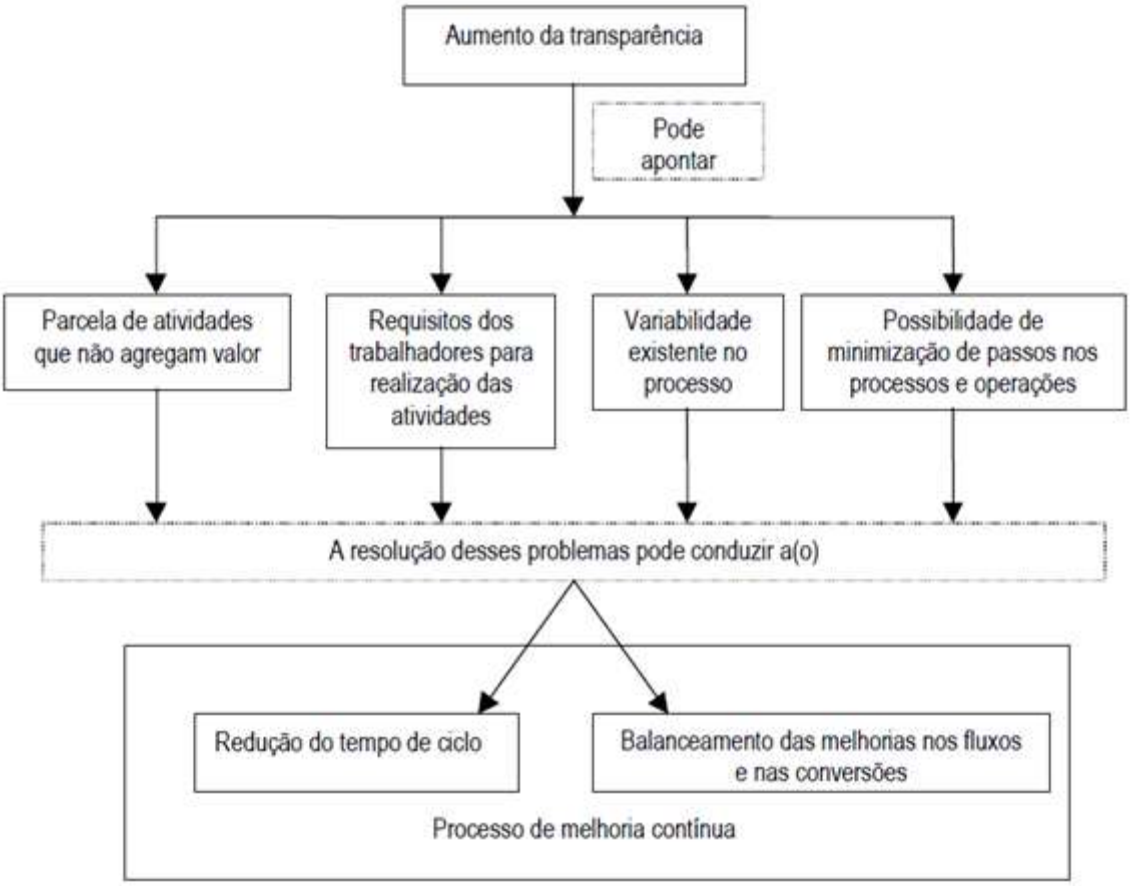
> "Um processo é visualizado como o fluxo de materiais no tempo e no espaço; é a transformação da matéria-prima em componente semiacabado e daí a produto a acabado. Por seu turno, as operações podem ser visualizadas como o trabalho realizado para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamentos e operadores no tempo e no espaço. "

Alves (2000) coloca a gestão de fluxos físicos como planejamento e controle associados as tarefas de produção; e especificamente a gestão de fluxo de materiais como o planejamento da aquisição, alocação temporal e espacial, distribuição e movimentação dos materiais no canteiro de obras e nos seus respectivos postos de trabalho, assim como o controle da sua utilização dentro de cada processo.

Tendo em vista que o principal objetivo a ser alcançado com a gestão de fluxos físicos é a eliminação das perdas geradas por ele, devemos partir do princípio de que a transparência no processo visa dar visibilidade à produção (figura 1), obtendo com isto a identificação da parcela de atividades que não agrega valor ao produto final, a identificação dos requisitos dos trabalhadores para a realização da atividades, a análise da variabilidade existente no processo e possibilidade de minimização de passos nos processos e operações (Alves, 2000).

Diante disto, temos claro que o melhoramento das atividades de fluxo deve primeiramente focar suas reduções ou eliminações, enquanto as atividades de conversão devem ser realizadas de forma mais eficiente, pois todas as atividades despendem custos e consomem tempo, e apenas as atividades de conversão adicionam valor ao material, sendo transformadas em produto (KOSKELA, 1992 apud PEREIRA, 2011).

Figura 1: Princípio da transparência e princípios dentro da gestão dos fluxos físicos



Fonte: KOSKELA, 1992 apud PEREIRA, 2011

3.2.2 Canteiro de obra e o planejamento logístico

Christopher (1999 apud VIERIA, 2006), conceitua tecnicamente a logística, como o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, a movimentação e a armazenagem de materiais, peças e produtos acabados com o fluxo de informações associado através da organização e seus canais de marketing, de modo a aumentar a lucratividade presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo.

Cardoso (1998) define logística na construção civil da seguinte forma:

> Um processo multidisciplinar, aplicado a uma determinada obra, que visa garantir o abastecimento, a armazenagem, o processamento, e a disponibilização dos recursos

> materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Tal processo se dá através de atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, sendo que estas atividades podem se passar tanto antes do início da execução em si, quanto ao longo dela.

É fato que a organização do canteiro de obras é fundamental para o bom desenvolvimento das atividades, para evitar desperdícios de tempo, perdas de materiais e falta de qualidade dos serviços executado. A logística tem uma responsabilidade muito grande nesse contexto, a qual deverá procurar dar sua contribuição na elaboração do planejamento, organização e projeto do layout para que todo o processo de desenvolvimento da obra transcorra da melhor forma possível (VIEIRA 2006).

O mesmo autor, coloca que no Brasil ainda existe pouca preocupação por parte das empresas, com a elaboração de um projeto logístico no canteiro de obras, e cita que tal projeto pode vir a trazer para a obra, a realização de operações seguras e salubres; minimização de distâncias para movimentação de pessoas e materiais, redução dos tempos improdutivos; redução de perdas de materiais, devido ao excesso de movimentação; menores chances de obstrução da movimentação de materiais e equipamentos; além de que o fato de ter um canteiro limpo e organizado mantém a boa moral dos trabalhadores.

Santos (1999 apud KUREK et al., 2006) mostra que uma forma de minimizar os trabalhos que não agregam valor a obra é através da sincronização do fluxo de materiais e mão-de-obra, assim como o desenvolvimento de programações mais repetitivas e padronizadas só é possível através de um bom planejamento e controle do canteiro de obras, bem como da sua logística.

Na mesma lógica de pensamento, Silva e Cardoso (1998, apud OLIVEIRA, 1999) argumenta que a logística na construção visa garantir o abastecimento, o estoque, o processamento e a disponibilização de recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento de equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Tal processo ocorre através das atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo

Complementando, Vieira (2006), diz que a logística é uma metodologia baseada no emprego de conceitos, métodos, técnicas, procedimentos e uso da tecnologia da informação, para obter o máximo nível de serviço e de produtividade numa cadeia de abastecimentos.

3.2.3 Impasses da logística na construção civil

O planejamento do layout e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação, armazenamento de materiais e instalações de segurança compõe o planejamento logístico do canteiro de obras, conforme Cardoso (1996 apud VIEIRA, 2006) para que ocorra integração do planejamento da logística ao planejamento do layout, é necessário garantir o fornecimento de insumos e de toda infraestrutura necessária para o funcionamento dos processos relacionados as instalações do canteiro.

Sem dúvidas, o maior benefício que uma boa logística no canteiro de obras vem a trazer para obra é uma relativa queda quanto as perdas e os desperdícios. Coutinho et al.(1994 apud VIEIRA, 2006) apresenta números da ordem de 25% a 30% no custo total da obra em perdas de materiais em transporte e por superprodução. Também na utilização de materiais com características de desempenho superiores ao especificado; estocagem inadequada; retrabalhos, entre outros, podem causar uma deficiência na logística de uma obra.

Vieira (2006. p.40) destaca que ao entrar mais a fundo na questão de logística, um problema comum encontrado pelo operador logístico é saber trabalhar com a relação de perdas-e-ganhos; isto é, o profissional não tem a maturidade suficiente para abrir mão de uma qualidade, para ganhar em outra, cuja relevância é maior:

> A característica da visão integrada inerente de todo processo logístico pode contribuir significativamente com a eliminação dos desperdícios e a melhoria do resultado final, porém isso não pode ser confundido apenas como uma redução de custos individualizados ou discretos. Poderá haver certas situações em que o estudo das operações logísticas apontará para o aumento de despesas num determinado setor, e isso muitas vezes provoca, num primeiro momento, a rejeição do planejador/ administrador em relação aquele processo específico. Deve-se ter o discernimento e a percepção de que aquele processo executado naquele setor conduzirá a redução de custos em outros, de forma a encaminhar um produto que atenda plenamente as necessidades dos clientes- Principio Trade-off.

A gestão logística pouco desenvolvida, sem dúvida, nos leva a ter grandes perdas e desperdícios dentro da construção civil. Vieira (2006 apud GUMBOSKI, 2012) mostra que essas perdas podem manifestar-se dentro do processo produtivo de diversas formas, como por exemplo a perda de materiais em transportes, o aumento do tempo gasto com a mão-de-obra para retrabalhos e tempo ocioso de maquinas e trabalhadores, devido a deficiência no planejamento de produção, ou ausência de um sistema de manutenção; além de atraso de cronogramas que repercute em multas, custos financeiros, improvisações e horas extras.

Na tentativa de obter uma logística eficiente no canteiro de obras, Santos e Filho (apud CARDOSO 1998), mostra que o estudo do layout deve acontecer antes do começo da obra, e é nele que se deve facilitar o fluxo dos materiais e dos trabalhadores. É nesse estudo que definimos locais para descarga, zonas de estocagem e zonas para pré-fabricação de materiais. Itens como: controlar os fluxos físicos ligados a execução, ter uma gestão de interface entre os agentes e ter uma gestão da praça de trabalho são essenciais para obter êxito na logística de canteiro.

3.3 ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO ARMADO

Conforme a norma NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, estruturas pré-fabricadas são elementos pré-moldados, executados industrialmente mesmo em instalações temporárias de canteiro-de-obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade, dispondo de pessoal, organização de laboratório e demais instalações permanentes para o controle de qualidade, devidamente inspecionada pela fiscalização do proprietário.

Segundo Revel (1973 apud SERRA et al., 2005), na construção civil, o termo pré-fabricação compreende a produção de certo elemento antes de seu posicionamento final na obra.

Os pré-fabricados de concreto tornaram-se fundamentais na construção civil por serem econômicos, já que não há desperdícios na sua execução e montagem. Quando o processo de montagem é cuidadosamente planejado e os intervenientes identificados, agrega-se ainda a vantagem de velocidade na construção da obra com pré-fabricados. Isto mostra que a construção do edifício não está baseada simplesmente na montagem dos elementos ou na concepção da

arquitetura diversificada, mas em uma série de fatores econômicos, logísticos, organizacionais e culturais (Serra et al, 2005).

O emprego de pré-fabricados na construção civil oferece inúmeras vantagens, sendo a rapidez da construção que permite uma maior previsibilidade do término da obra, uma das mais importantes. Outras vantagens são a melhor organização e limpeza do canteiro de obras, e a inexistência, quase que total, de desperdícios de recursos na execução e na montagem (Nascimento Neto et al, 2010).

Analisando as vantagens do emprego de elementos pré-moldados vemos que ela se encaixa perfeitamente no conceito da produção enxuta (lean production), cuja mentalidade visa eliminação de desperdícios, ou seja, conforme Ohno (1997 apud KUREK et al., 2006), remover todos os desperdícios que não agregam valor desde que o cliente faz o pedido até o ponto de receber o dinheiro.

3.3.1 Logística do canteiro de obras para construção pré-fabricada

Os assuntos relacionados ao transporte e movimentação de materiais devem receber atenção especial durante o planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais, e de layout, dado o grande consumo de mão-de-obra que as operações de transporte envolvem, além das perdas de materiais ocasionadas por deficiências em tais operações como equipamentos e vias de circulação inadequadas e remanuseio. (SAURIN, 1997, p. 31-32).

Sobre a movimentação e armazenamento de materiais, Saurin e Formoso (2006) colocam nove categorias a serem consideradas: dimensionamento das instalações, definição do layout das áreas de armazenamento, posto de produção de argamassa e concreto, vias de acesso, disposição de entulho, armazenamento de cimento e agregados, armazenamento de blocos e tijolos, armazenamento de aço e armaduras e armazenamento de tubos de PVC.

No que diz respeito ao planejamento do sistema de transporte, também é muito importante evitar o cruzamento de tráfego, Rad e James[3] (1983 apud SAURIN, 1997, p.35) colocam como alternativa ter portões separados para o trafego de pessoas e para entrega de fornecedores de materiais. O objetivo da separação é não ter interferência entre a circulação de veículos e pessoas

descarregando materiais com a circulação de pessoas envolvidas em outros serviços (SAURIN, 1997, p.35).

Fabricação, transporte e descarga dos elementos, içamento, correto posicionamento e forma de fixação das peças a estrutura devem ser analisados durante a decisão de utilização de pré-moldados de concreto. Um dos principais pontos negativos das estruturas pré-fabricadas é relativo ao transporte das peças, que por terem tamanhos e pesos elevados requerem equipamentos especiais. Para tanto, o sistema de armazenamento e movimentação assume um papel cada vez mais importante para 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 (Nascimento Neto et al, 2010). Como exemplo, Nascimento cita os equipamentos mais utilizados sendo:

-Auto gruas (guindaste sobre plataforma móvel);

-Gruas de torre ou de pórtico

-Guindastes acoplados a caminhões convencionais

Conforme Lichtenstein (1987) a seleção 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, custo de instalação, montagem e desmontagem, custos de operação e manutenção. Ainda deve-se considerar no processo de transporte o local de descarga, local de armazenamento, forma de processamento e aplicação. Localizar estrategicamente o equipamento na obra, de forma que necessite o mínimo de deslocamento dentro do canteiro também é uma variável a considerar.

Nascimento Neto et al (2010) enfatizam que não podemos distrairmo-nos na etapa de armazenamento das peças pré-fabricadas, pois apesar de serem operações relativamente simples, estão sujeitas a falhas, que muitas vezes tem graves consequências, como fissuras e variações na contra-flecha das peças protendidas.

Tais consequências são muitas vezes geradas pela falha mais comum, e também mais grave, o erro no posicionamento dos calços onde a peça irá repousar, tanto na usina como no canteiro. Segundo Rodrigues; Agopyan (1991 apud NASCIMENTO NETO et al., 2010), a posição correta

deverá ser colocada em projeto, e quando inexistir tal indicação, os calços deveram ser colocados sobre as alças de manuseio.

3.4 EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS

A importância do transporte dentro da construção civil é facilmente realçada, quando analisamos os dados de que os materiais que passam pelo sistema significam de 60% a 70% do custo final de uma obra, sendo o setor apontando como uma atividade que não incorpora valor, caro, e que gera elevados desperdícios. Classificado como uma atividade de suporte, o transporte é uma das atividades que mais consome energia, tempo e mão-de-obra na construção civil, diante disto, esta área passa a ser emergente para propostas de melhoria (SOIBELMAN, 1993 apud SANTOS, 1995).

Lichtenstein (1987 apud SAURIN, 1997) mostra que selecionar e dimensionar os equipamentos de transporte é uma parte fundamental para o sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Tal tarefa se baseia nas quantidades a serem transportadas e nas características dos equipamentos disponíveis, em termos de capacidade, velocidade, confiabilidade e custo.

Neto e Ferreira (2010) colocam que a utilização de estruturas pré-moldadas de concreto traz inúmeras vantagens para obra, uma das mais importantes é a rapidez da construção, permitindo uma maior previsibilidade do término da obra, além de permitir uma melhor organização e limpeza do canteiro de obras, reduzindo os desperdícios de execução e montagem. Entretanto, um dos principais pontos negativos das estruturas pré-moldadas é com relação ao transporte das peças, que devido a suas grandes dimensões e de elevado peso, requerem equipamentos especiais e de alto custo.

O custo do transporte é formado por frete, impostos e pedágios, elevando significativamente o montante. Em alguns casos inviabiliza a utilização de estruturas pré-fabricadas; além do que a montagem na obra também pode vir a encontrar problemas referentes a logística, visto o espaço que se necessita ter em obra para acesso de caminhões e guindastes para movimentação destas peças (NETO e FERREIRA, 2010).

A importância na escolha dos equipamentos para montagem de pré-moldados é facilmente notada quando consideramos o alto custo, e o grande espaço físico que os mesmos utilizam no canteiro de obras. Além do alto valor dos materiais que os equipamentos irão transportar, atentando-nos o grande prejuízo financeiro e de cronograma que se pode ter caso os mesmos sejam mal dimensionados (NETO e FERREIRA, 2010).

3.4.1 Dimensionamento de equipamentos para montagem de pré-fabricados

Para o dimensionamento do sistema de transporte é necessário definir as características do empreendimento e a quantificação dos materiais. As características geométricas do empreendimento são dados essenciais para determinação das distâncias a serem percorridas na movimentação das cargas no canteiro de obras. Com isto devemos analisar as dimensões horizontais, como número de blocos por empreendimento, e a área total de cada bloco; as dimensões verticais, como a altura total da obra; e a área total construída para que possamos estabelecer as cargas totais a serem movimentadas (LICHTENSTEIN, 1987).

O estudo dos materiais e componentes que compõe a obra também são de extrema importância para o dimensionamento do equipamento de transporte, para que assim possamos dimensionar as cargas a serem transportadas. Linchtenstein (1987) cita os seguintes critérios para verificação da importância de determinado material como condicionante do sistema:

- Carga total do material ou componente a ser movimentado: A carga a ser movimentada de cada material é igual a uma parcela do peso próprio do edifício, assim, quanto maior a participação de um material no peso próprio de um edifício, maior será sua importância no dimensionamento de meio de transporte.

- Volume do material ou componente a ser movimentado: Um equipamento para transporte de materiais leva em consideração a carga máxima que pode transportar e as dimensões geométricas limites do objeto a ser transportado. Assim, um objeto não represente uma carga grande, pode ser de grande dimensão física quando aliado a baixa densidade de seu material.

- Número de deslocamentos do material ou componente no canteiro: Os vetores de deslocamento de cada material são caracterizados pelo local de descarga, o local de estocagem, o

local de processamento e por fim o local de aplicação. Um material que tem um número de deslocamentos muito grande é certamente, de grande importância para o dimensionamento do sistema de transporte.

- Etapa da obra em que o material ou componente deve ser movimentado: É de suma importância analisar o cronograma da obra para sabermos a partir de qual momento devemos aplicar o meio de transporte para carregar a maior capacidade de carga ou volume na obra, ou mesmo para sabermos que a partir de uma certa etapa o empreendimento pode vir a contar com um equipamento de transporte definitivo, por exemplo um elevador, que transporte as cargas e volumes necessário, nos fazendo dispensar o transporte alternativo.

Como os elementos pré-moldados de concreto possuem, geralmente, grandes dimensões, é necessário que os veículos que realizam o transporte dos mesmos sejam de mesma magnitude; El Debs (2000 apud, NASCIMENTO NETO etl al.,2010), cita os seguintes fatores que interferem na escolha dos equipamentos e sua capacidade:

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 elevados;
V. Necessidade de manter os elementos no ar por grandes períodos de tempo;
VI. Condições topográficas de acesso;
VII. Disponibilidade e custo dos equipamentos.

3.4.2 Modelos de equipamentos para montagem de pré-fabricados

Definidos as características do empreendimento; tendo em vista a geometria do mesmo e do canteiro de obras, bem como o tipo, o peso, o volume e as distâncias de deslocamento dos materiais; faz-se a análise e a definição dos equipamentos a utilizar. Neto e Ferreira (2010) citam que os equipamentos mais utilizados para o içamento das peças pré-moldadas são as autogruas (guindaste sobre plataforma móvel), gruas de torre ou de pórtico e guindastes acoplados a caminhões convencionais.

3.4.2.1 Guindaste sobre plataforma móvel

De acordo com Lichtenstein (1987 apud SANTOS, 2013) guindastes moveis são formados por uma lança treliçada ou telescópica, uma cabina e um chassi montado sobre pneus, esteiras ou rodas de aço que permitem circulação em trilhos.

3.4.2.1.1 Guindaste móvel sobre rodas

O guindaste móvel sobre rodas com lança telescópica (figura 2) é considerado o mais básico e utilizado na construção civil, por ser de fácil deslocamento. É composto por um guindaste com lança telescópica montada sobre uma plataforma móvel; sua lança denominada Boom, consiste em uma série de tubos montados um dentro do outro; acionados por um mecanismo hidráulico ou de força que tem a função de estender e retrair os tubos, para aumentar ou diminuir o tamanho da lança (TECHNE, 2005 apud SANTOS, 2013).

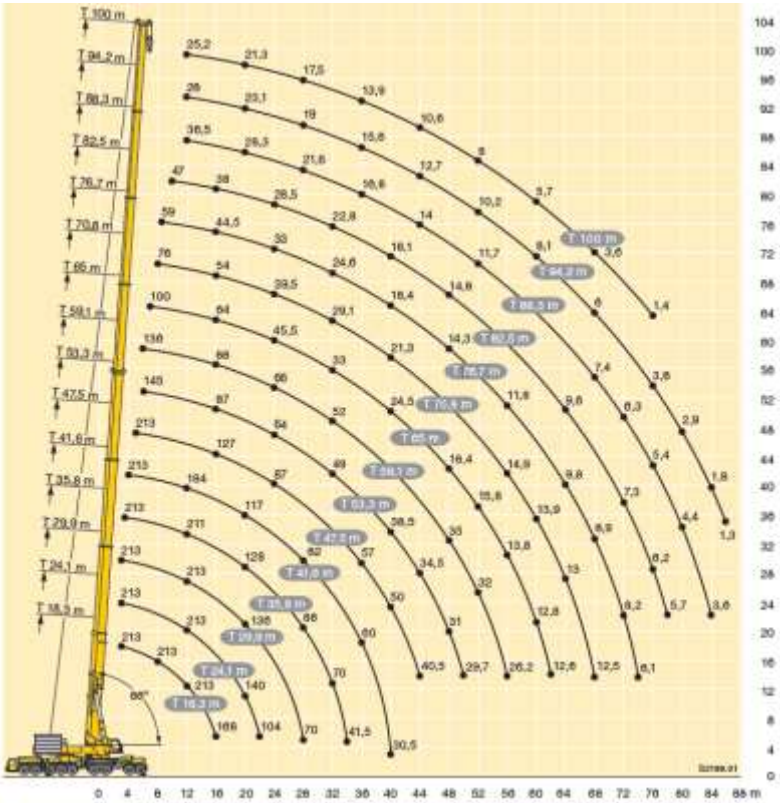
A grande vantagem deste tipo de guindaste é sua locomoção em rodovias, possibilitando o tráfego em pontes e interferências sobre os solos, além de ter uma montagem ágil e fácil. Em determinadas situações e do tipo de guindaste, ainda é possível que se permita estender a lança com a carga (TECHNE, 2005 apud SANTOS, 2013).

O mesmo autor coloca que possuir menor capacidade de carga, quando comparado com a lança treliçada, e o fato de que somente alguns tipos locomovem-se com carga, são alguns inconvenientes do guindaste móvel sobre rodas; além do que, a lança telescópica trabalha com flexão, e por isso nos grandes ângulos a capacidade de carga fica limitada pelo cilindro hidráulico de elevação, e nos ângulos pequenos a capacidade de carga está limitada pelo engastamento entre os segmentos da lança, conforme é ilustrado na figura 3.

Figura 2: Guindaste móvel sobre rodas

Fonte: Liebherr-International Deutschland GmbH, 2015

Figura 3: Variação da capacidade de carga em guindaste móvel sobre rodas



Fonte: Liebherr-International Deutschland GmbH, 2015

3.4.2.1.2 Guindaste móvel sobre esteiras

O guindaste móvel sobre esteiras com lança treliçada (figura 4) é composto por lança, geralmente treliçada, montadas sobre esteiras rodantes; sua principal característica é fato de locomover-se com cargas suspensa, e possuir grande capacidade de carga já que sua lança é mais leve e robusta, quando comparada com as lanças telescópicas. Outra vantagem que ele apresenta sobre o guindaste móvel de pneus é o fato de não necessitar ser patolado, podendo se deslocar rapidamente no canteiro (TECHNE, 2005 apud SANTOS, 2013).

Os grandes prejuízos do guindaste móvel sobre esteiras com lança treliçada estão no tempo e custo operacional para transporte, montagem e desmontagem e mudança de comprimento de lança do mesmo; além do que a lança esta mais sujeita a danos pelo transporte e manuseio. Outro mal é o fato de que como a lança treliçada trabalhar por compressão, a mesma não permite ângulos pequenos, devido as forças geradas pelo peso da lança (TECHNE, 2005 apud SANTOS, 2013).

Figura 4: Guindaste sobre esteiras com lança treliçada

Fonte: Liebherr-International Deutschland GmbH, 2015

3.4.2.2 Guindaste de torre (Grua)

O guindaste de torre, mais conhecido como grua, caracteriza-se por ter a lança suportada por uma estrutura metálica vertical denominada “torre”, sendo dotadas de uma lança horizontal, inclinada ou articulada, que é suportada por uma torre vertical, metálica, fixa ou giratória (LICHTENSTEIN, 1987). Dentre os tipos de gruas mais utilizadas, são citadas as de torre giratória com lança móvel e as de torre estacionária com lança horizontal, conforme o autor cita a seguir. Na figura 5 é apresentado uma categorização dos tipos de gruas.

3.4.2.2.1 Grua de torre giratória com lança móvel (horizontal ou inclinada)

Estas gruas são dotadas de três tipos de movimentos: içamento de carga, translação da carga ao longo da lança, e rotação da torre em torno do seu eixo; além de poder ter a rotação de sua lança em torno de um eixo horizontal, segundo o plano vertical formado por lança e torre.

As gruas de torre giratória com lança móvel ainda dividem-se em estacionárias ou fixas, e móveis sobre trilhos.

3.4.2.2.2 Grua de torre estacionaria com lança horizontal

Este tipo de grua é formado por torre, lança, contra lança, um sistema de cabos e motores; tendo a possibilidade do içamento vertical da carga, de translação da carga ao longo da lança, e rotação da lança em torno do eixo da torre. Este tipo de grua ainda pode ser dividido em gruas fixas ou estacionárias (figura 6 e 7); gruas ascensionais (figura 8 e 9); e gruas móveis sobre trilhos (figura 10).

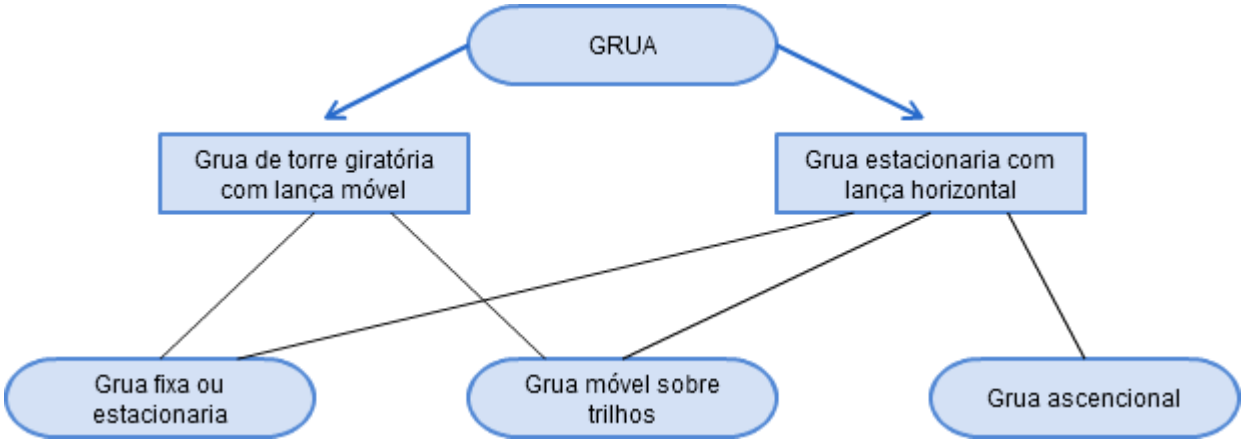
Tabela 1- Grua fixa X Grua ascensional

	Grua fixa	**Grua ascensional**
Posição no canteiro	Deve ser prevista área de canteiro para a base da grua o que, em terrenos pequenos, pode ser uma dificuldade.	Não exige área do canteiro.
Suporte da base	Bloco de concreto especialmente construído.	Eventualmente pode ser apoiada, para montagem inicial no bloco de concreto da própria estrutura, com possível reforço. Após o início da ascensão a base passa a ser apoiada na estrutura, gerando necessidade de eventual reforço.
Montagem inicial	Na montagem inicial é empregado normalmente o guindaste móvel.	Idêntica.

Altura da torre	Normalmente na montagem inicial, a torre tem uma pequena altura. A medida do andamento da estrutura, a torre vai crescendo. O aumento da estrutura da torre pode ser realizado por, dependendo do modelo, acoplamento de novos módulos, ou por mecanismos de telescopagem, independente do andamento da estrutura.	A altura inicial da torre é idêntica à da correspondente grua fixa. Com o andamento da estrutura da torre permanece a mesma, apenas o conjunto inteiro ascende. Com isso é reduzida a altura total necessária de torre com a contrapartida do custo do mecanismo ascensional. O ciclo ascensional deve ser compatível com o ciclo de construção da estrutura: qualquer quebra no mecanismo ascensional provoca atraso no cronograma da obra.
Estaiamento da torre	A torre é estaiada na estrutura conforme espaçamento recomendado pelo fabricante. O estaiamento além do custo de estais e quadro, representa uma carga extra na estrutura o que, eventualmente, pode representar necessidade de reforço.	Não é necessário.
Dimensão da lança	Estando locada fora da torre do edifício, normalmente está locada fora do baricentro do canteiro, o que tende a gerar a necessidade de comprimentos de lança maiores.	Podendo ser locada no corpo do edifício, está próxima ao baricentro do terreno, o que tende a gerar comprimentos de torres menores.
Operação	Quando montada a cabine na torre, lança ou contra lança, normalmente é boa a visibilidade. Quando o operador está situado na laje, não existe diferença quanto ao tipo de grua.	Quando a cabine de comando é montada na lança, torre ou contra lança, a visibilidade do operador é sensivelmente prejudicada.
Desmontagem	Processo de desmontagem exatamente inverso a montagem, realizando-se sem dificuldades. Desmontagem pode ser realizada ao final da obra, por interferir muito pouco com o andamento desta.	Processo de desmontagem muito dificultado, com lança e contra lança tendo de ser apoiadas na última laje e descidas através de equipamento auxiliar. A laje de cobertura deve prever este carregamento extra. No caso da grua ser montada no poço do elevador, normalmente sua desmontagem deve ser antes da concretagem da caixa da agua e casa de maquinas. Isto leva a grua a ser usada apenas na fase de estrutura, e possivelmente, alvenaria da obra.

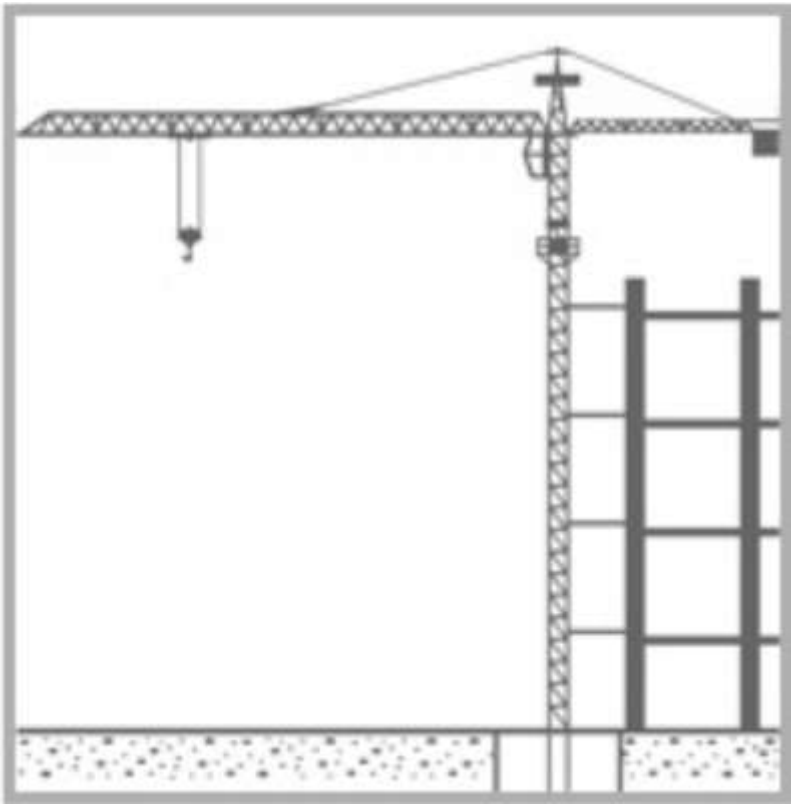
Fonte: LICHTENSTEIN, 1987

Figura 5: Tipos de gruas



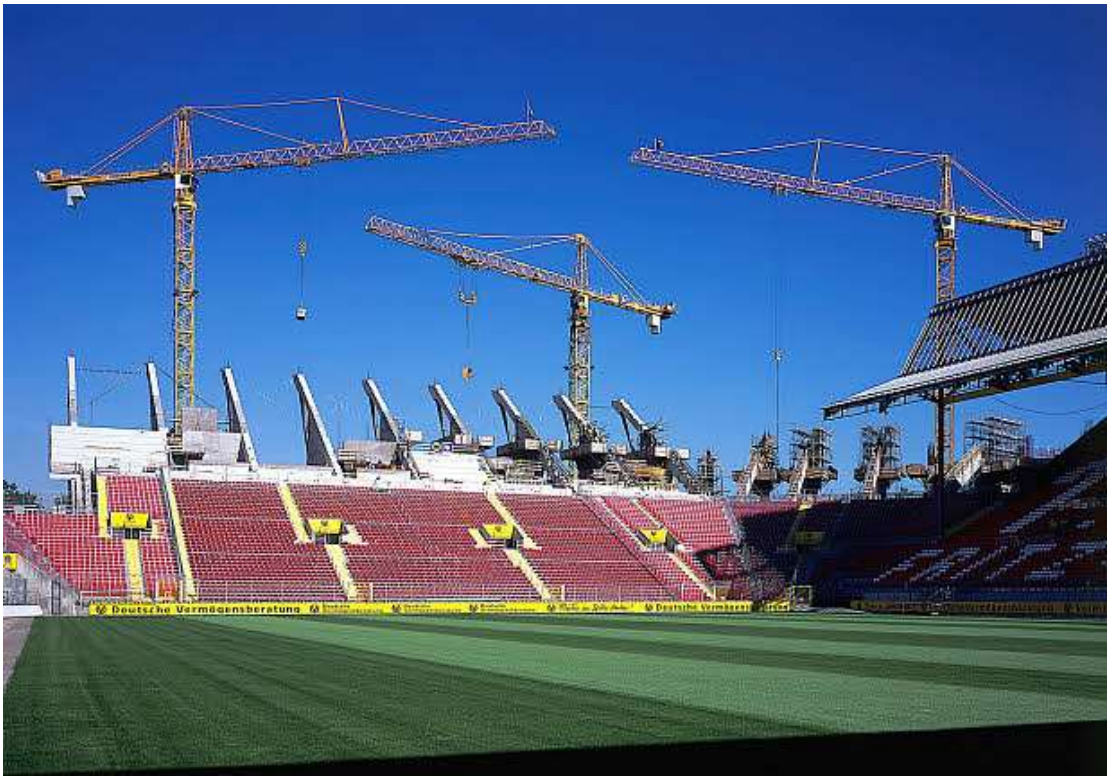
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6: Grua estacionaria com lança horizontal, fixa



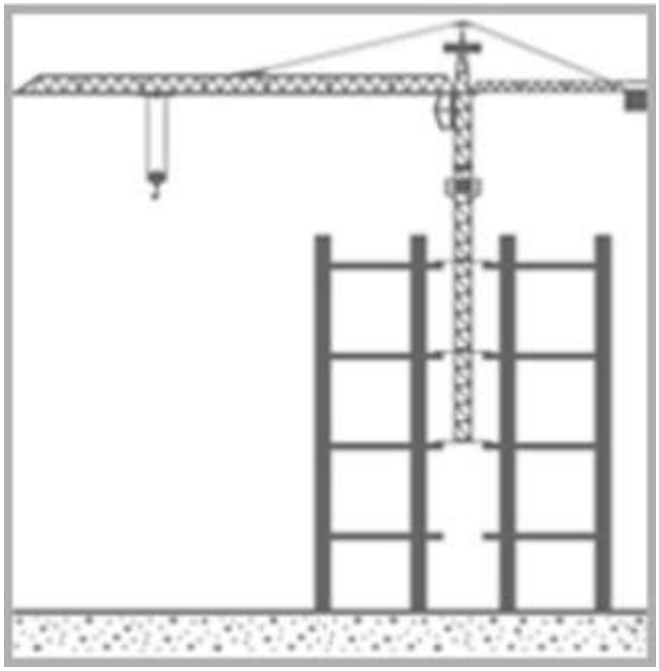
Fonte: ALEC - Associação Brasileiras das Empresas Locadoras de Bens Móveis, 2015

Figura 7: Grua estacionaria com lança horizontal, fixa



Fonte: Liebherr-International Deutschland GmbH, 2015

Figura 8: Grua estacionária ascensional com lança horizontal

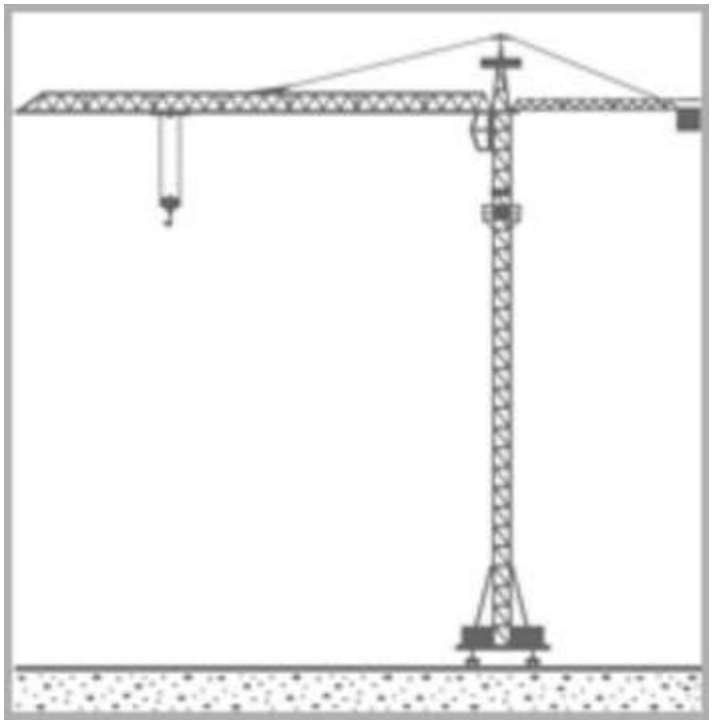


Fonte: ALEC - Associação Brasileiras das Empresas Locadoras de Bens Móveis, 2015

Figura 9: Grua estacionária ascensional com lança horizontal.

Fonte: Campo Maciel- Locação de Gruas e Mini Gruas, 2015

Figura 10: Grua estacionária, móvel sobre trilhos.



Fonte: ALEC - Associação Brasileiras das Empresas Locadoras de Bens Móveis, 2015

4 MÉTODO DE PESQUISA

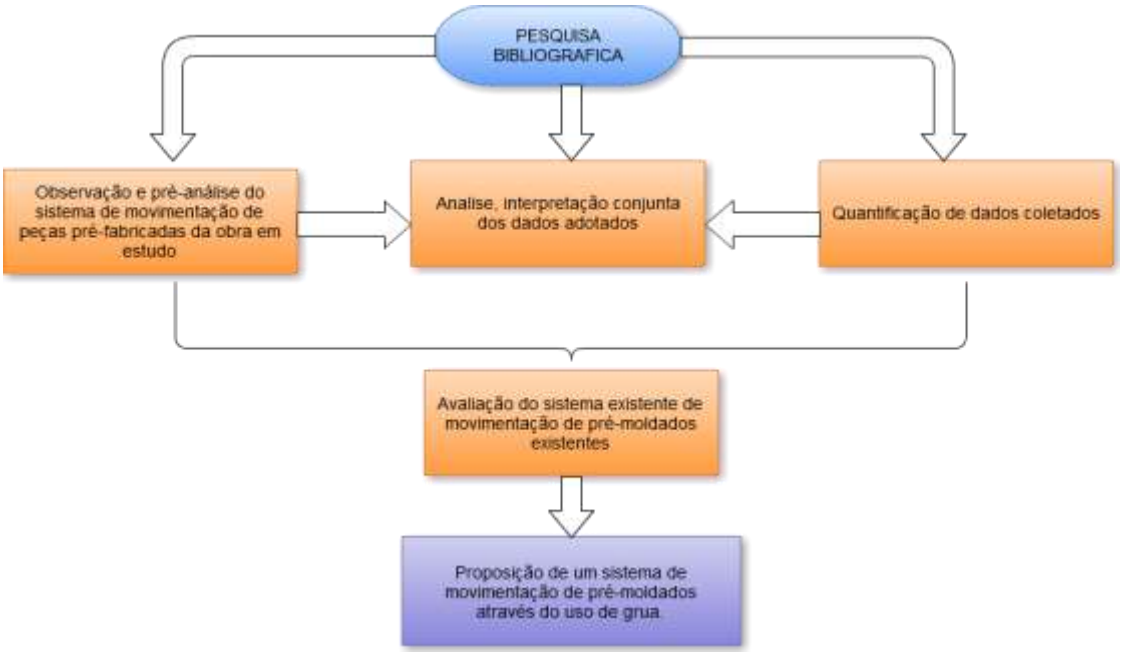
Neste item será abordado a metodologia e as estratégias utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa.

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O trabalho foi executado de acordo com as etapas apresentadas a seguir, seguindo o processo de trabalho apresentado na figura 11.

a) Pesquisa bibliográfica;
b) Observação e pré-análise do sistema de armazenamento e movimentação de peças pré-fabricadas da obra em estudo;
c) Análise, coleta e interpretação conjunta dos dados adotados;
d) Quantificação dos dados coletados;
e) Avaliação do sistema existente de movimentação de pré-moldados existentes;
f) Proposição de um sistema de movimentação de pré-moldados através do uso de grua.

Figura 11: Representação do delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

No princípio do trabalho foi realizada a pesquisa bibliográfica, a fim de definir e esclarecer os aspectos teóricos sobre o planejamento e gestão do canteiro de obra, e a logística e o fluxo físico de materiais, focando na aplicação desses itens para construções que façam uso de estruturas pré-fabricadas de concreto armado. O trabalho foi desenvolvido entre os meses de abril e outubro de 2015, sendo que a pesquisa bibliográfica ocorreu de forma mais intensa nos meses de março a agosto, mas não deixando de estar presente ao longo de todo trabalho.

Em seguida, iniciou-se a observação e pré-análise do sistema de armazenamento e movimentação de peças pré-fabricadas da obra em estudo, bem como uma análise geral do canteiro de obras. O modo como as peças eram transportadas, descarregadas, armazenadas e posteriormente montadas foram os principais itens observados, verificando-se ainda a existência de um planejamento para esta logística, bem como as falhas que poderiam ocorrer e o impacto que as mesmas poderiam gerar no sistema de montagem.

Realizada a pré-análise do sistema, foi realizado o monitoramento da operação dos equipamentos de movimentação horizontal/ vertical utilizados na obra. Dados como o tempo para montagem de cada tipo de peça, os processos que estes equipamentos demandavam, a manutenção que os equipamentos necessitam e tempo parados, o posicionamento dos equipamentos no canteiro de obra, e o ciclo de montagem, foram alguns tipos de dados coletados para posterior interpretação e estudo, além de entrevistas realizadas com os engenheiros e mestres responsáveis pela obra. Visto que o autor participou da obra desde seu início, muitos dados foram coletados através da observação do mesmo.

Com uma boa base de dados coletados e analisados, foi realizado a quantificação dos mesmos, afim de se obter um delineamento do andamento da obra, sendo possível checar quais itens geravam falhas e atrasos no seu andamento. Assim foi possível realizar uma avaliação do sistema de movimentação de pré-fabricados existente, e fazer a proposição do uso de grua para movimentação destes, mostrando os ganhos que a mesma pode trazer para obra.

4.2 FONTES DE EVIDÊNCIA

Para realização do trabalho, um conjunto de meios e métodos foram definidos para serem pesquisados, como forma de coletar dados relativos a montagem de peças pré-fabricadas da obra em estudo. Como fontes de evidencia para realização do estudo, foram utilizados técnicas de observação direta e observação participante, monitoramento dos trabalhos de logística das peças pré-fabricadas, registro em imagens, análise de documentos (cronogramas, diário de obras...), e lista de verificações.

4.2.1 Observação direta e observação participante

É essencial o registro de imagens do canteiro de obras como forma de coleta de dados, esta forma de registro retrata a realidade dos processos produtivos executados pela empresa e contribui para o diagnóstico dos resultados das outras técnicas de coleta de dados. (SANTOS et al., 1996 apud PEREIRA, 2011). A observação direta se deu na forma de registros fotográficos, sendo feito uma série de fotografias conforme o decorrer da obra, no intuído de registrar o armazenamento, o fluxo e o sistema de montagem das peças pré-fabricadas. Isto tornou possível um melhor entendimento, e a identificação das possíveis falhas, do processo de movimentação dos materiais.

Yin (1994 apud FORMOSO, 2000) coloca que a observação participante ocorre quando o observador não se apresenta somente de forma passiva; estando explicito o seu papel no meio. No presente trabalho, tanto a empresa contratante, quanto a contratada estavam cientes da pesquisa que estava sendo realizada, onde, sempre que possível, e de forma adequada, eram colocados observações e questionamentos sobre determinadas ações.

4.2.2 Monitoramento dos trabalhos de logística

O controle da logística aplicada para montagem das peças pré-fabricadas aconteceu na forma de amostragem, ou seja, realizando observações instantâneas e alternadas em um certo período de tempo. Desta forma obteve-se uma estimativa da proporção de tempo para a montagem de cada tipo de peça que compunha o sistema (pilares, vigas, lajes e painéis pré-fabricados), e as

características do processo produtivo, sendo possível formar indícios sobre as tarefas que representam ou poderão vir a representar problemas, além de poder fazer a implantação de melhorias relacionadas a racionalização do trabalho.

Durante os meses de montagem das peças, fora observado e tomado nota sobre o tempo que cada tipo de peça leva para ser montada, bem como o tempo que o guindaste leva para fazer sua movimentação física no canteiro de obras e estar pronto para operar. As observações ocorreram de forma aleatória, sem dias ou tempo de monitoramento fixo, na medida em que a montagem foi realizada.

4.2.3 Análise de documentos

Conforme cita Pereira (2011), a análise de documentos da obra em estudo é de fundamental importância para ter uma noção geral do canteiro de obras, em relação ao planejamento, o porte da obra, e as atividades das máquinas e funcionários envolvidos com a movimentação de materiais.

Na obra em estudo, documentos como diário de obras, plano de produção da obra, registro do número de funcionários envolvidos e das máquinas utilizadas para movimentação de matérias em cada etapa da construção, além dos projetos da obra e de levantamentos quantitativos com relação ao tipo de peças montadas por dia foram de extrema relevância para se ter um panorama geral sobre a construção do edifício.

4.2.4 Lista de verificação

As listas de verificação são importantes devido ao efeito de associação de ideias que produzem; podem ser divididas conforme sua função, em listas para planejar e executar determinadas tarefas, e listas para comprovar se uma tarefa foi executada corretamente. (Meseguer 1991, apud SANTOS, 1995)

Com o objetivo de descrever e avaliar inicialmente o processo de produção, foi utilizado como exemplo, parte da lista de verificação elaborada por Saurin (1997), que se refere ao

recebimento, movimentação e armazenagem de materiais. A lista com os resultados encontra-se no Anexo I, tendo sido adaptada para contemplar os meios encontrados nesta obra em específico.

4.2.5 Análise da logística existente para movimentação peças pré-fabricadas

Santos (1995) coloca que para a análise da logística do sistema de movimentação e armazenamento, uma atenção especial deve ser dada às questões de arranjo físico de equipamentos, armazenagem de materiais, vias de circulação e a sequência de movimentação dos postos de trabalho. A eficiência do gerenciamento de materiais está ligada com a programação de entrega de materiais, projeto de layout e sistemas de controle de perdas.

No presente trabalho, esta análise foi realizada principalmente através da observação direta e participante, do check-list e da análise de documentos e projetos referentes a execução da obra, sendo elaborado tabelas e gráficos para demonstrar a evolução da montagem de peças, além da realização do levantamento do tempo gasto para montagem de cada tipo de peça pré-moldada (pilar, viga, laje), Anexo IV.

4.3 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E MONTAGEM DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EXISTENTE

A avaliação do sistema de movimentação de peças dentro do canteiro de obra é uma atividade essencial para que se possa elaborar a melhoria do mesmo. É a partir desta análise que se torna possível eliminar atividades que não agregam valor, combinar soluções ou elementos, e modificar a sequência de operações ou simplifica-las, afim de se ter uma redução nos custos e um aumento de produtividade (LAUFER 1985 apud SANTOS 1995).

A partir da análise de todas as fontes de evidência tornou-se possível realizar a avaliação crítica do sistema de movimentação e montagem de peças atual. A partir dela, os processos que não estavam de acordo para o bom funcionamento mostram-se claros, sendo possível realizar um planejamento para a melhoria do sistema.

4.4 ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA MOVIMENTAÇÃO DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS

A melhoria de produtividade aliada ao custo menor para movimentação de pré-fabricados do que o existente, foi base para a criação da proposta de movimentação e montagem das peças. A partir das observações e análises realizadas no sistema atual, baseando-se na utilização de um equipamento que se enquadre melhor nas características de movimentação e que venha a reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor ao mesmo.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Este trabalho foi realizado em uma empresa do setor industrial alimentício, que se encontra em fase de ampliação de produção, refletindo na expansão de suas instalações físicas. O estudo de caso foi realizado na principal obra dentro da indústria, trata-se da construção de uma torre, de aproximadamente 49 metros de altura, destinada a receber instalações mecânicas.

O projeto, realizado em estrutura de concreto armado pré-fabricado, foi efetuado por um engenheiro especialista na área, e executado por uma empresa terceirizada, do ramo de construção civil, especializada na fabricação e montagem de peças pré-fabricadas de concreto armado. Para a execução da parte civil, a obra ainda contou com um segundo engenheiro civil, responsável pela fiscalização da execução da obra e uma arquiteta, coordenadora da obra.

5.2 DESCRIÇÃO DA OBRA

O projeto compreende diversos setores a sofrer expansões, como: vestiários, recepção de mercadorias, estoque, almoxarifado, entre outras, gerando um total de 10.343,44 m² de área a serem construídos na fábrica. Na área em estudo, especificamente, será analisado a ampliação da então denominada torre de secagem, a ser executada, que contempla uma área de 7.824,30 m² divididas em 9 pavimentos, conforme figura 12.

Em sua fundação, a torre faz uso de estacas de concreto armado, moldadas *in loco*, com profundidades mínimas de 8 metros, seguidas de blocos de concreto armado e cálices, que recebem os pilares.

Como se trata de uma obra industrial, na qual o fator tempo de execução é de extrema importância, visto que a nova fábrica precisa estar em produção no menor tempo possível, a empresa contratante tinha como opções para supraestrutura o sistema em concreto pré-fabricado ou o sistema em aço. Por gerar uma economia de até 22% nos custos, segundo dados apontados pela empresa, e apresentar um tempo de execução considerado “viável”, a empresa contratante optou pelo uso de estrutura pré-fabricada de concreto armado.

Para tanto, a torre faz uso do sistema pilar-viga-laje, em estrutura de concreto armado pré-fabricado, gerando no total, aproximadamente 1.494 peças de concreto armado pré-moldadas, sendo 118 pilares, 513 vigas, 700 lajes 163 placas de fechamento.

As placas de fechamento, com espessura padrão de 8cm, foram utilizadas como paredes laterais da área industrial até o nível denominado em projeto 410,04, sendo fixadas nos pilares com alinhamento conforme proposto no projeto arquitetônico. Posteriormente para vedação vertical entre as placas, e entre placas e pilares, foram utilizados cordões de polietileno flexível dispostos nos vazios para promover a impermeabilização do conjunto.

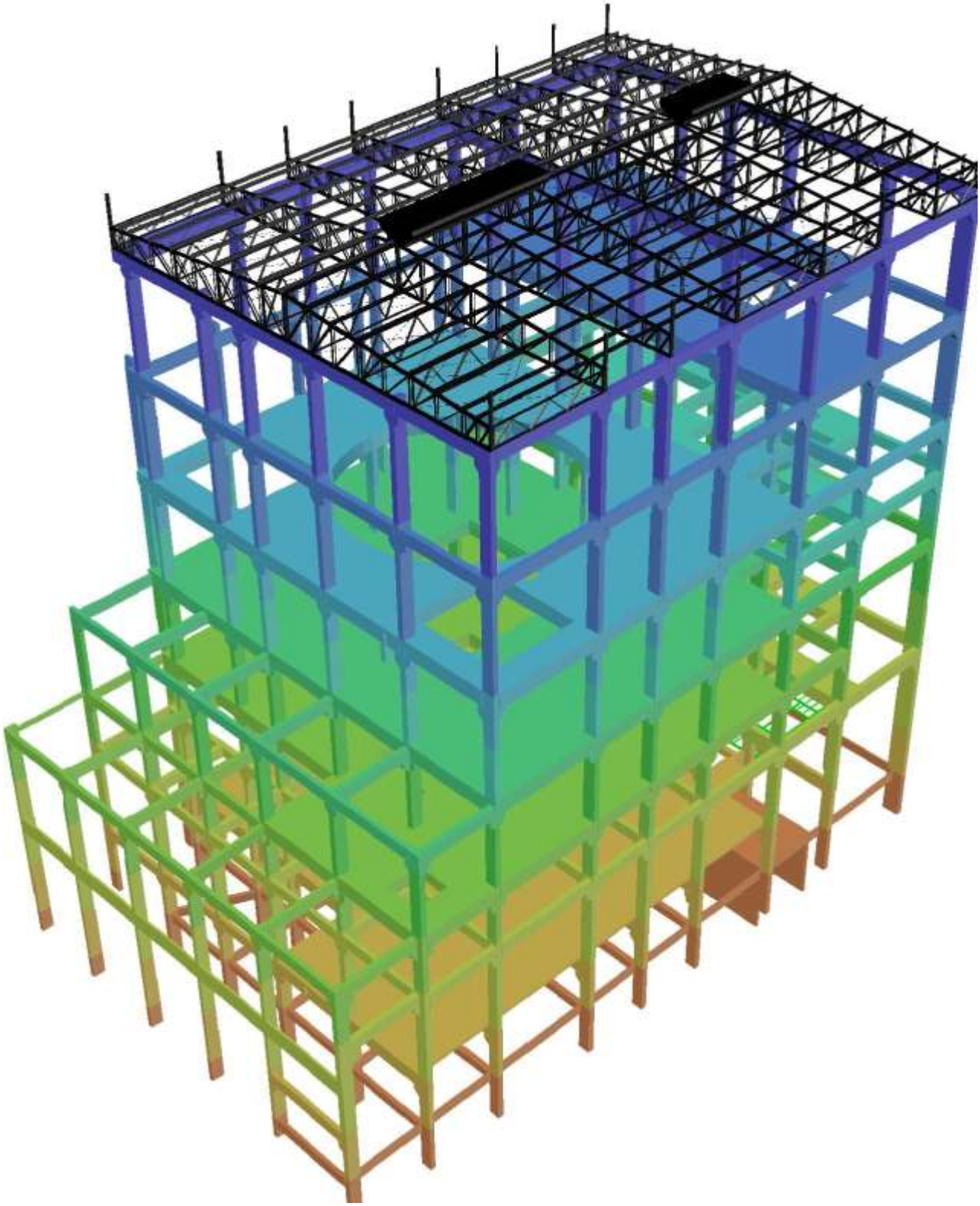
A partir do nível 410,04 os fechamentos laterais da torre são feitos com sistema duplo de vedação, sendo externamente composto por telha trapezoidal de aço zincado, pré-pintadas. Internamente, após o espaço disposto pelo terçamento, veda-se com telha-bandeja (telha forro ISOESTE).

Para movimentação e montagem das peças pré-moldadas, durante toda obra, utilizou-se guindastes móveis sobre rodas. Conforme a fase da obra ou a necessidade de se içar peças de maior volume ou peso, contratava-se guindastes de capacidade equivalente ao necessário.

O acompanhamento da execução da obra aconteceu desde o seu princípio, nas fundações, quando a empresa contratada para executar os serviços notou anomalias no solo da região, repassando os fatos ao engenheiro projetista e à empresa contratante dos serviços. Ambos procuraram respostas às ocorrências. Após um estudo aprofundado, verificou-se que o solo possui características colapsíveis. Como esta característica afeta os valores para o cálculo das fundações, o projetista se viu obrigado a fazer reforços em toda infraestrutura da obra, o que por vez gerou um atraso no início da montagem dos pré-fabricados, e consequentemente, nos projetos da estrutura superior que ainda não haviam sido concluídos.

A partir da análise dos planos de obra e projetos, foi claramente possível perceber os atrasos na execução dos serviços e planejamentos, que por vez, acabavam não sendo cumpridos, em virtude dos atrasos na execução dos projetos estruturais, por conta dos reforços necessários. A partir disto, verificou-se que não havia um planejamento prévio de longo prazo para montagem das peças, e para operação dos equipamentos, de modo que os mesmos eram realizados, quando muito, semanalmente, ou até mesmo diariamente, de acordo com as condições propicias.

Figura 12- Torre em perspectiva 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

5.3 ANÁLISE DO LAYOUT DO CANTEIRO DE OBRAS

Através da observação direta e participante, foi possível estudar o layout do canteiro de obras existente, proposto pela empresa construtora. A partir disso, foi possível examinar o arranjo físico de trabalhadores e equipamentos, áreas de trabalho e estocagem, bem como a logística do meio.

Na figura 13 é apresentada a área da obra em estudo, ou seja, a área de ampliação da torre, a área para armazenamento de peças pré-moldadas e a área de fluxo de caminhões, máquinas e homens. A empresa construtora ainda disponha de uma segunda área (anexo II) para almoxarifado, depósito de ferramentas, telheiro para ferreiro depósito de madeira. Um terceiro espaço fora destinado à parte administrativa: sala para engenheiro, sala para encarregados, refeitório e vestiário (anexo III).

Uma área de aproximadamente 2100m² foi disposta para o armazenamento de peças pré-moldadas e mais aproximadamente 1300m² para circulação, próximo à área da torre a ser executada. Nota-se que a falta de espaço não é algo que possa intervir na produção da obra sobre nenhum aspecto, já que o espaço propicia um estoque capaz de armazenar peças que levariam até duas semanas para montagem.

Porém, devido a atrasos nos projetos estruturais, que sofreu reforços em sua fundação, atrasando a montagem das peças; e visto o fator de custo de uma fábrica de pré-fabricados, que não pode parar sua produção, a empresa obrigou-se a produzir as peças superiores, e armazená-las no canteiro de obras. Isso tornou pequeno o espaço disponibilizado para o estoque de pré-moldados na obra, tendo a empresa construtora de armazená-los em locais distintos da fábrica; acarretando uma maior movimentação das peças na obra e consequentemente, maiores custos.

Além desta falha, que prejudicou o fluxo da obra, já que as peças passaram a realizar um número maior de deslocamentos até a sua montagem, também observou-se que a falta de base, no início da obra, para apoiar os guindastes, e a falta de drenagem do terreno, muitas vezes fez com que os guindastes, que possuem grandes cargas sobre si, atolassem no terreno, impedindo a locomoção até o destino, tão pouco conseguia-se realizar o içamento de peças, além de dificultar a locomoção e o trabalho dos operários, já que o terreno ficava com muita lama após as chuvas.

Figura 13-Área de execução da obra.

LEGENDA:

1- OBRA EM AMPLIAÇÃO

2- ÁREA PARA ESTOQUE DE PRÉ-FABRICADOS

3- VIAS DE CIRCULAÇÃO

4- ÁREA DE MONTAGEM MECÂNICA

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

5.4 ANÁLISE DA LOGÌSTICA ADOTADA PARA ESTOCAGEM, MOVIMENTAÇÃO E MONTAGEM DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS

Para realizar a montagem das peças pré-fabricadas durante toda a obra, a empresa construtora fez o uso de guindastes móveis sobre rodas. Primeiramente utilizando dois guindastes, de propriedade privada, com capacidade para içamento de até 70 toneladas, e posteriormente, realizando o aluguel de guindastes maiores, conforme a necessidade.

Por um lado, a principal vantagem do guindaste móvel sobre rodas é o fato do mesmo possuir fácil e ampla locomoção, sendo, teoricamente, de fácil e rápida instalação; por outro lado, um dos principais contras para utilização destes guindastes, é o fato de que ele deve estar patolado entre a peça a ser movimentada e o local de instalação da mesma, sendo as distâncias entre peça-guindaste e guindaste- local de instalação, determinados pelo tamanho da lança do guindaste, o peso da peça a ser içada, e a capacidade do guindaste , ou seja, quanto maior a capacidade do guindaste e menor o peso da peça a ser montada, maior será o raio de alcance, e a altura que o guindaste conseguirá içar a objeto.

Como nesta obra, as peças a serem montadas eram, em sua maioria, de elevada carga, e a empresa, no intuito de diminuir custos, utilizava guindastes sempre compatíveis com as cargas a serem içadas, ou seja, sem superdimensionar os guindastes, para que estes conseguissem atender raios maiores; os guindastes eram obrigados a manter sempre uma grande proximidade tanto do local onde a peça irá ser removida, quanto do local a ser instalada. Para satisfazer este requisito, o guindaste acaba, obrigatoriamente, realizando um grande número de deslocamentos horizontais na obra; quê por vez gera um grande desperdício de tempo, já que cada guindaste leva no mínimo 1 hora, podendo chegar a até 3 horas no caso dos guindastes maiores, para realizar esta operação.

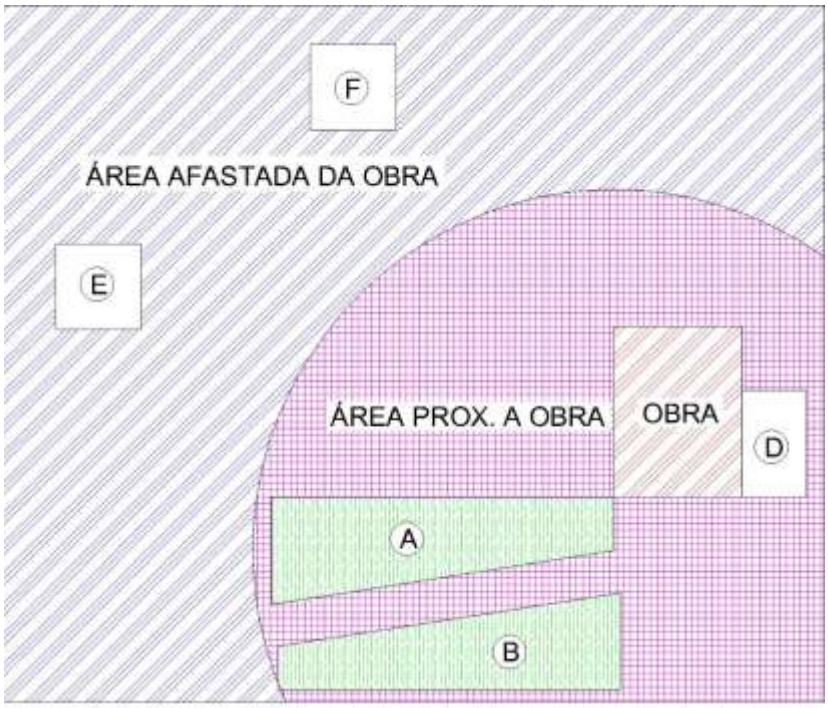
Visto que a armazenagem dos pré-moldados passou a ser efetuado em locais distintos, o ciclo de movimentação das peças no canteiro até a sua montagem, passou a seguir um dos seguintes fluxos, conforme a figura 14:

-Guindaste para descarregamento das peças em local próximo ao de fixação (D), sendo posteriormente já efetuada a montagem da peça no local definitivo (ação mais recomendada).

-Guindaste para descarga das peças no local de estoque (A, B, E ou F) e posterior movimentação até o local de montagem ou muito próximo do local de montagem (D) (ação esperada para ciclo de montagem normal);

-Guindaste para efetuar descarregamento das peças nos locais de montagem afastados da obra (E ou F) com posterior transferência, em local de estocagem próximo a obra (A ou B), e finalmente uma última movimentação para que a peça fosse levada ao local de montagem ou muito próximo do local de montagem (D), (ação forçada decorrente dos atrasos de projeto).

Figura 14- Croqui das áreas para estoque de peças



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Considerando a disposição dos guindastes na obra, para realizar o descarregamento e carregamento das peças no local de estoque, a empresa fazia uso de seus guindastes próprios, já que este processo não envolvia nenhuma “manobra” rígida com as peças, seja em distâncias horizontais ou verticais a serem vencidas. Quando necessitava carregar ou descarregar peças de maior volume ou peso, a empresa fazia uso dos dois guindastes simultaneamente, para realizar o processo.

No segundo momento, para realizar a montagem das peças na torre, como os vãos horizontais e verticais a serem vencidos são maiores, a empresa fazia o uso de guindastes alugados, com maior capacidade de carga; sendo no princípio contratado um guindaste com capacidade para içamento de até 110 toneladas e posteriormente um com capacidade de 240 toneladas.

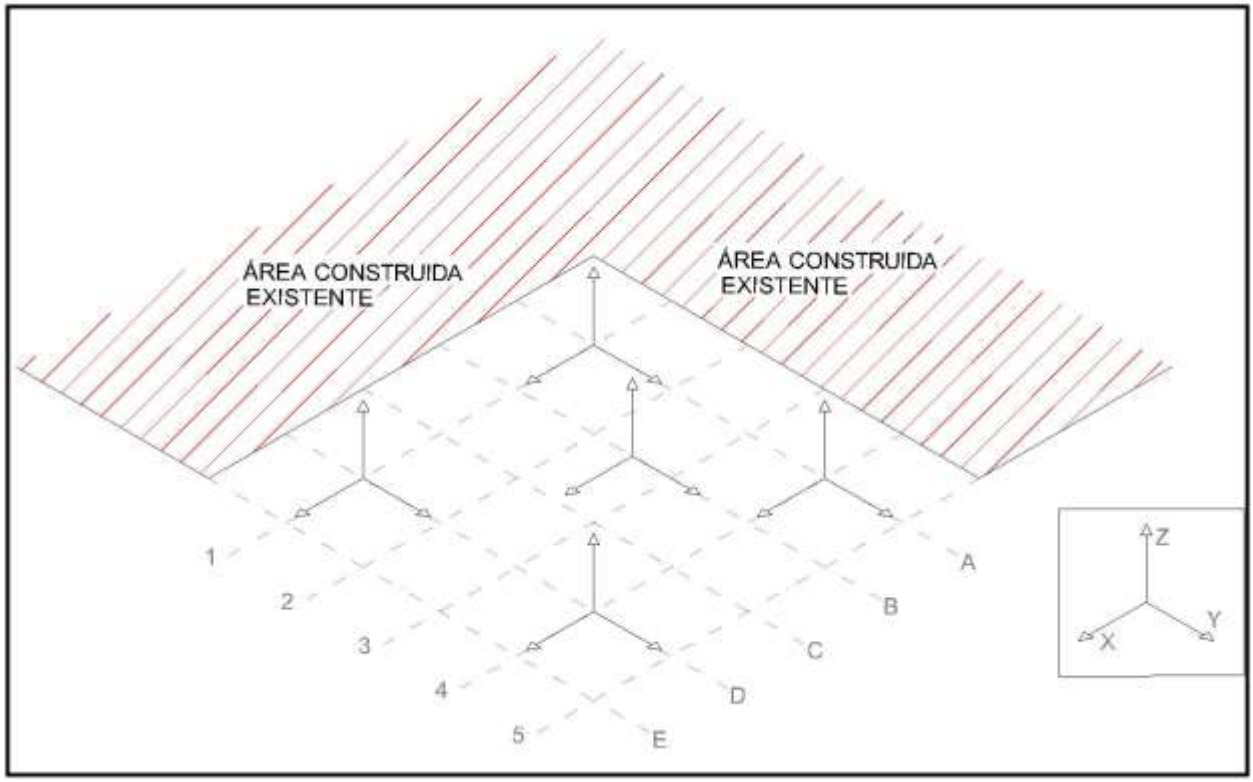
Como a locomoção dos guindastes maiores é de maior complexidade e demandava um grande tempo; os locais para que os mesmos fossem patolados era estudado estrategicamente, de forma que realizassem o maior número possível de montagens naquela posição.

Outro aspecto a ser notado na montagem das peças pré-fabricadas com o uso do guindaste móvel sobre rodas foi o sentido em que a montagem é realizada. Devido ao fato da lança do guindaste exercer um ângulo com o solo, na medida em que a altura da peça a ser içada aumenta, este ângulo também aumenta, fazendo com que a distância entre o guindaste e o local de aplicação da peça diminuía. A partir disto temos que, nesta obra, o guindaste não consegue realizar a montagem por vãos horizontais, ou seja, montar o primeiro pavimento inteiro, posteriormente o segundo e assim sucessivamente, quando se tratam de obras com grandes alturas a serem vencidas.

Quando se faz uso do guindaste móvel sobre rodas, de capacidade de carga proporcional a das peças a serem montadas, a montagem deve ocorrer de forma padrão em níveis horizontais e verticais, ou seja, na medida em que se realiza a montagem horizontal, a vertical deve ser montada na mesma proporção.

Na obra em estudo, conforme a figura 15, tinha-se apenas duas frentes livres para realizar a montagem, sendo as outras duas fechadas por construções existentes. A direção da montagem, obrigatoriamente, seguiria no eixo X, no sentido de A para E; ou no eixo Y, no sentido de 1 para 5. Através da observação direta e participante, foi notado que a obra ocorreu no sentido do eixo X (de A para E), sendo executados primeiramente o eixo 2, seguido do eixo 3, 4 e 5, e sendo finalizada a montagem no eixo 1. Conforme relatado pelo projetista, o sentido de montagem foi escolhido devido a necessidade de montagem de peças mecânicas que deveriam ser instaladas junto ao andamento da obra civil.

Figura 15- Sentido da montagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

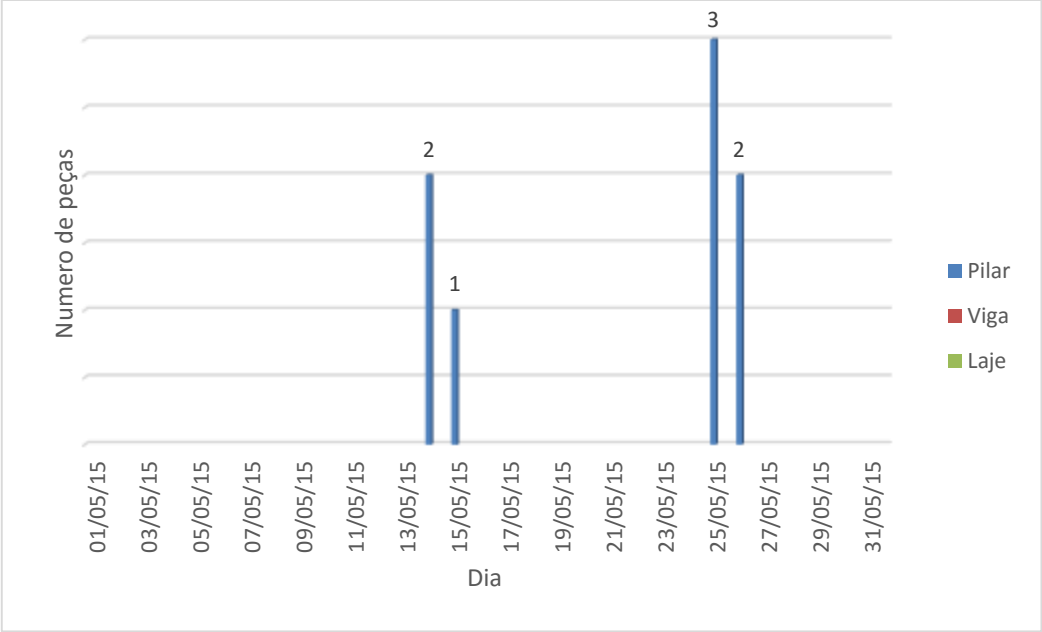
5.5 ANÁLISE DE DADOS A PARTIR DA COLETA DE FONTES DE EVIDÊNCIA

5.5.1 Análise de documentos

Com o objetivo de obter dados quantitativos mais precisos com relação ao número de peças montadas, número de funcionários envolvidos e os tipos e quantidades de máquinas envolvidas na montagem das peças pré-fabricadas, realizou-se a verificação dos relatórios diários de obra (RDO), os registros das máquinas e funcionários envolvidos, bem como a análise dos projetos estruturais da obra (plantas de formas e projetos executivos de pilares, vigas e lajes).

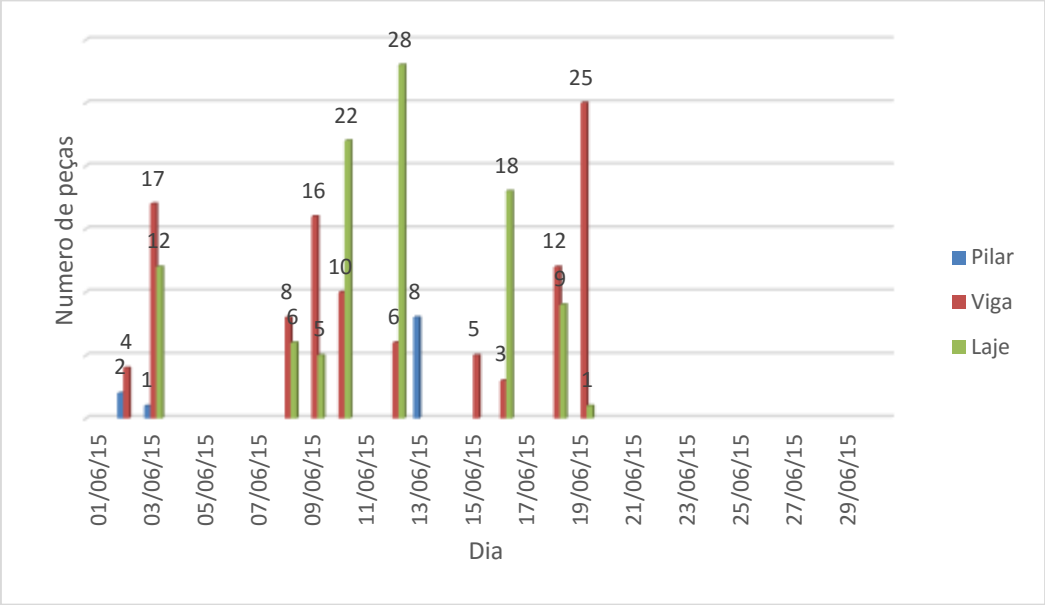
A partir da análise dos RDO’s foi possível verificar com precisão o tipo e a quantidade de peças montadas por dia, no período de maio a setembro do corrente ano, conforme mostram as figuras 16, 17, 18,19 e 20.

Figura 16- Análise da montagem em maio/2015



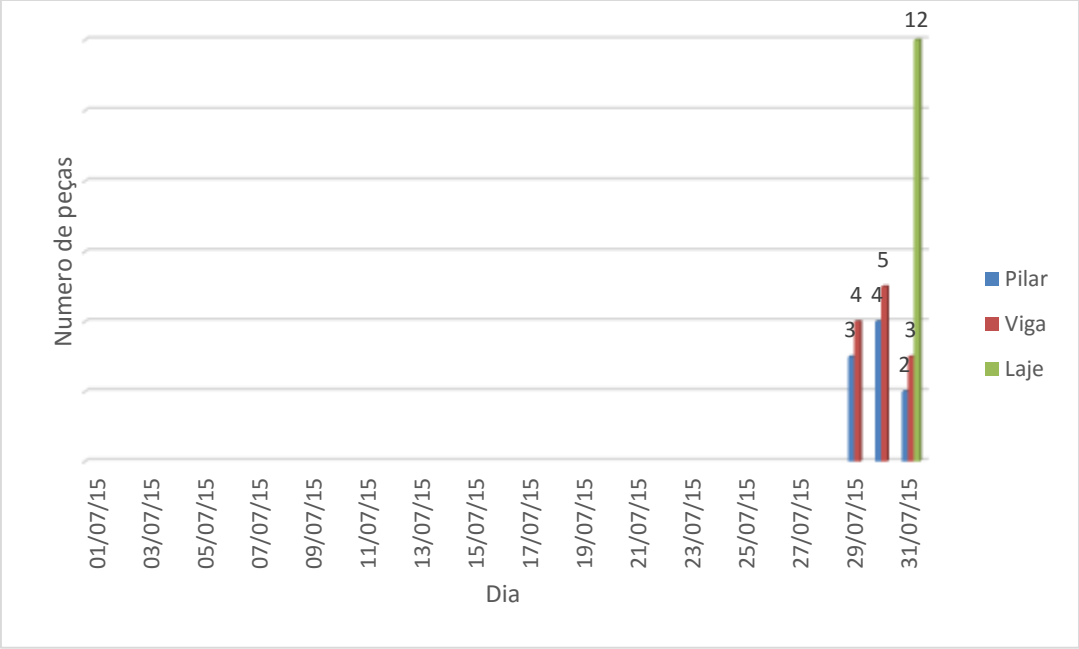
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 17- Análise da montagem em junho/ 2015



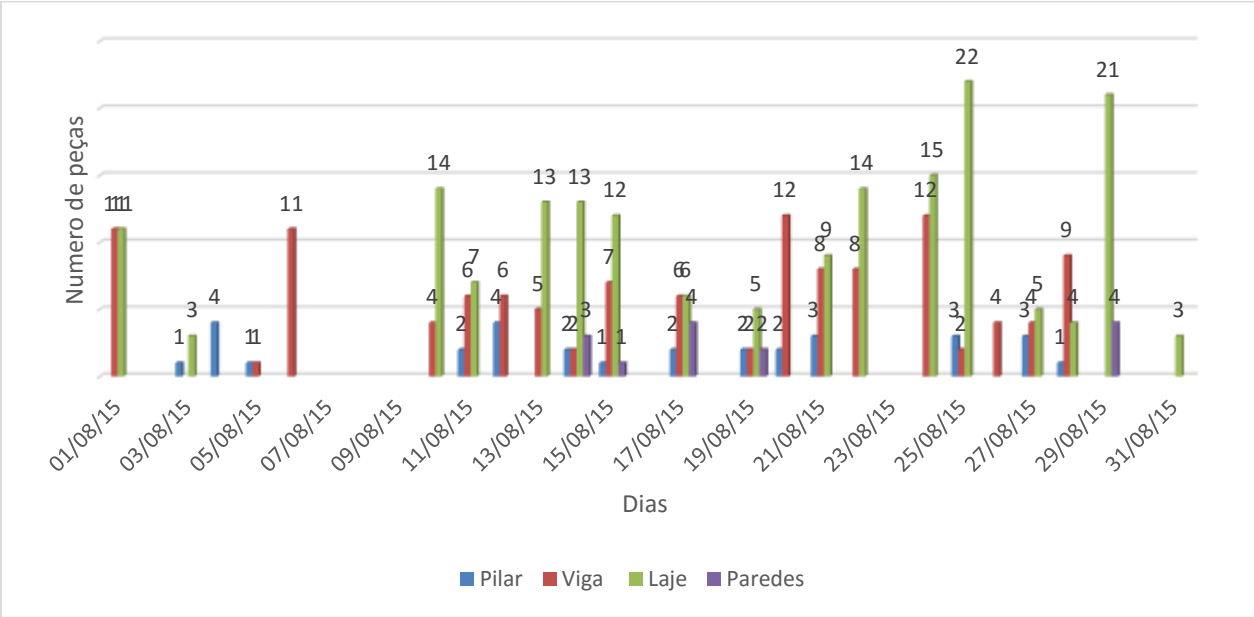
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 18- Análise da montagem em julho/ 2015



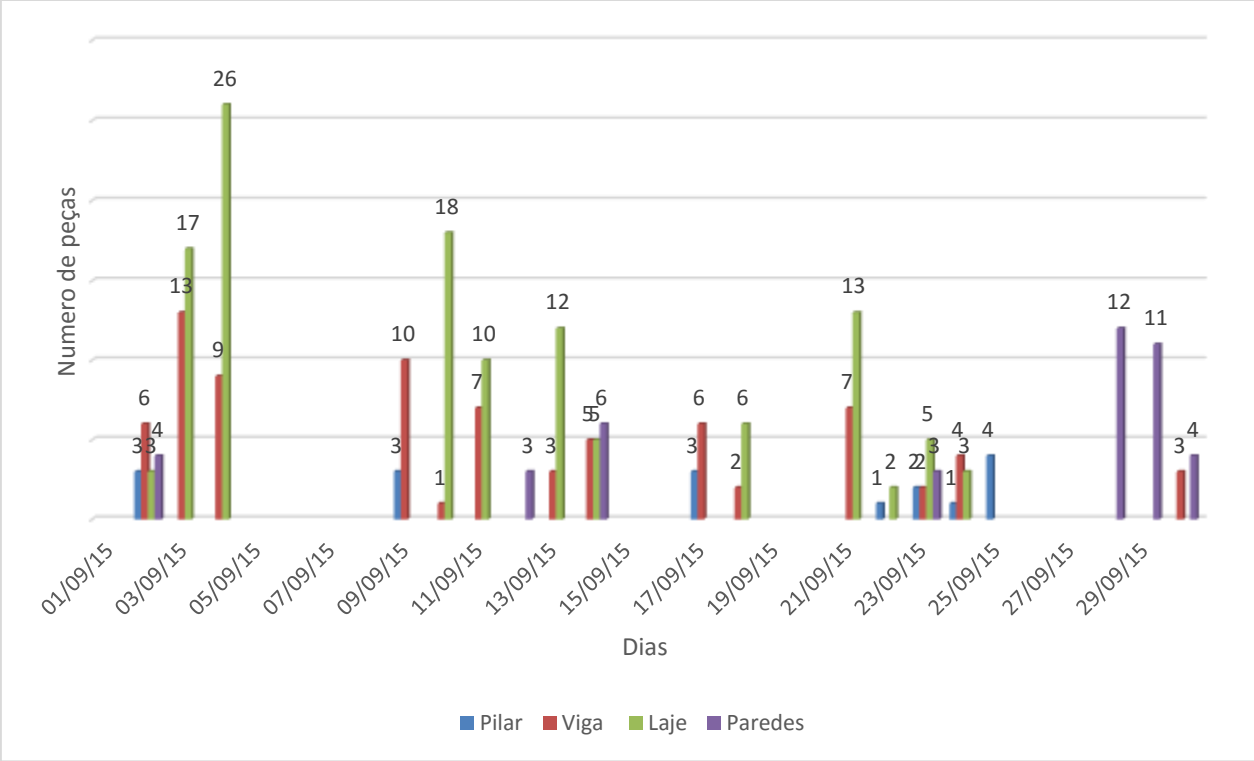
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 19- Análise da montagem em agosto/ 2015



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 20- Análise da montagem em setembro/ 2105



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Conforme citado anteriormente, a obra sofreu um grande atraso na montagem da supraestrutura devido a equívocos no estudo do solo do terreno. Com base nas figuras 16, 17, 18, 19 e 20, nota-se a influência direta sobre a montagem de pré-moldados, transformando o mês de maio em um mês não produtivo para montagens, debilitando nitidamente a montagem dos meses de junho e julho.

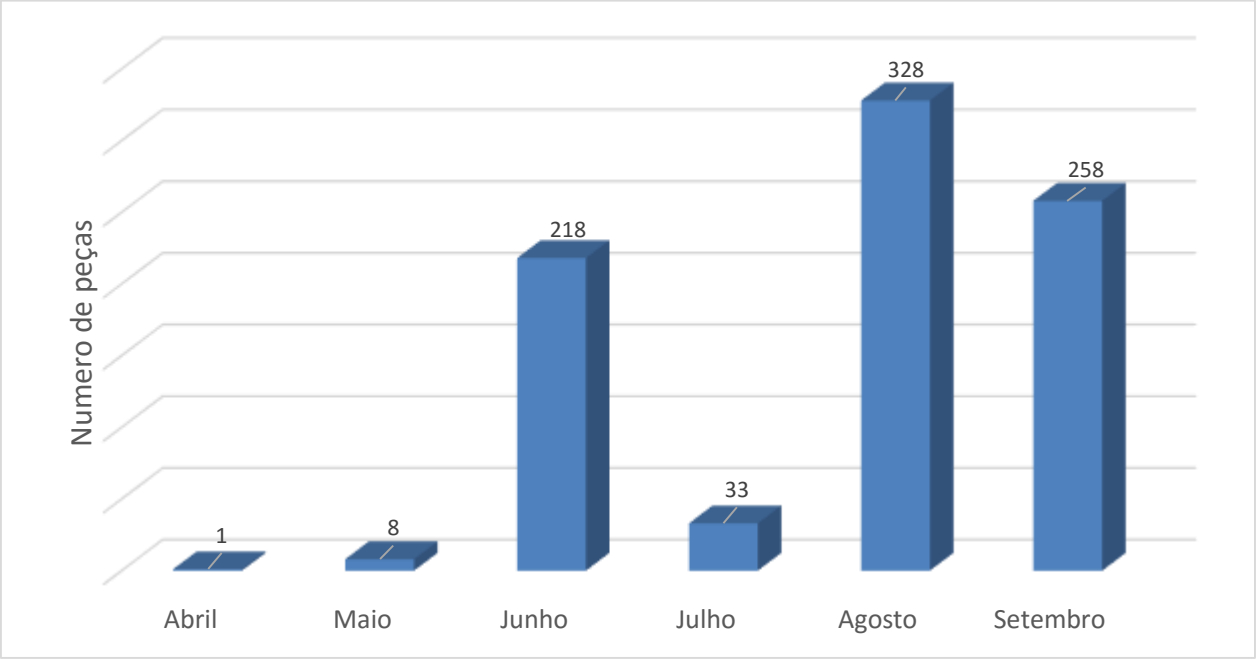
A montagem, com um fluxo normal de atividades deveria ter sido iniciado em meados de abril, porém neste mês e no mês de maio verificou-se apenas a instalação de nove pilares, instalados apenas para simbolizar o início das montagens, enquanto ainda eram realizadas sondagens no terreno.

No mês de junho, após algumas análises, foram liberadas para montagem, peças que não sofreriam reforços, o que levou a construtora a montar um número representativo de peças, embora baixo, referente ao planejamento esperado. Em julho, com a cota de peças liberadas chegando ao

fim, o fator tempo passou a influenciar negativamente, ocorreu um mês de muitas chuvas e ventos fortes, que por vez paralisavam a montagem; somente ao final do mês foi possível reiniciar a sequência.

No mês de agosto, com praticamente todos os projetos atualizados, pode-se notar um aumento representativo nas montagens, que passou a apresentar números conforme o esperado desde o início, e que se fizeram presentes nos meses seguintes. Até setembro foram contabilizadas a montagem de 846 peças pré-fabricas, ou seja, cerca de 56,6% do total das peças.

Figura 21- Montagem de peças de abril a setembro de 2015

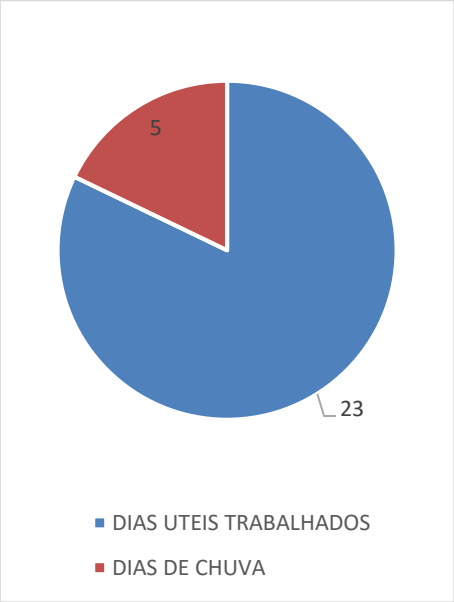


Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Como a montagem é realizada por guindastes, na presença acentuada de intempéries, os mesmos são obrigados a interromper seus trabalhos, devido à falta de segurança que se origina. Nos meses em que se acompanhou a montagem, foram contabilizados um total de 117 dias uteis de trabalho, destes, em 24 dias, cerca de 20,5% do tempo total, verificou-se chuvas ou ventos. Nas

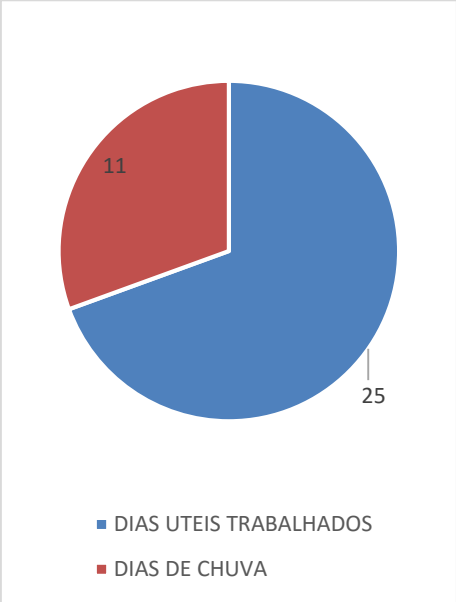
figuras 22, 23, 24 e 25, é apresentada a intensidade, com que os fenômenos ocorreram durante os meses em que a montagem se encontrava intensa.

Figura 22- Intempéries junho



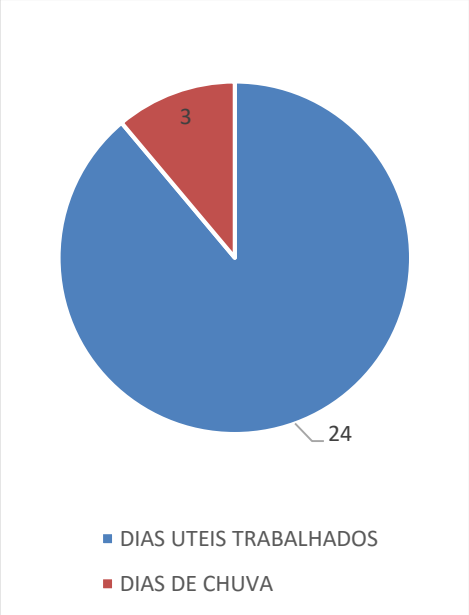
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 23- Intempéries julho



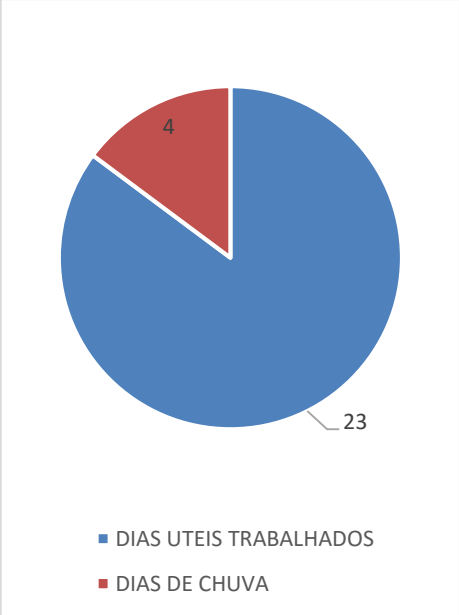
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 24- intempéries agosto



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

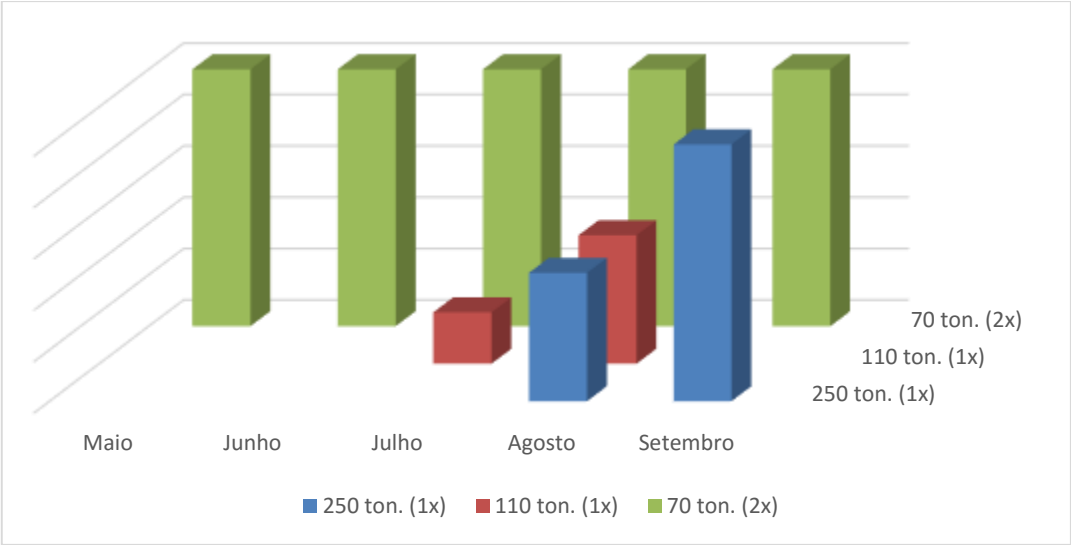
Figura 25- intempéries setembro



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Com relação ao içamento das peças pré-fabricadas e suas respectivas instalações, em nenhum momento foi verificado paralisação da montagem por não possuir guindastes compatíveis com as cargas a serem içadas, ou mesmo por defeito dos mesmos. A manutenção preventiva destes foi realizada de acordo com a necessidade, sempre em finais de semana. Além do que, os guindastes que vinham a ser necessários, em determinada fase de montagem, encontravam-se sempre com antecedência na obra. A figura 26 mostra como foram realizadas as demandas por guindastes entre os meses de maio à setembro.

Figura 26- Uso de guindastes



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Nota-se que durante toda a montagem a empresa fez uso de seus dois guindastes próprios, com capacidade para içamento de até 70 toneladas, efetuando as montagens durante os meses de abril, maio e junho, e na sequência, dando apoio aos guindastes de porte maior e realizando as cargas e descargas para estoque de peças. O guindaste com capacidade de 110 toneladas veio a ser alugado na última semana de julho, sendo utilizado até a metade de agosto, quando verificou-se a necessidade de um guindaste com capacidade para içamento de até 250 toneladas, diante da magnitude das peças e a altura que as mesmas deveriam ser içadas até o final da obra.

Da análise dos registros de máquinas e funcionários envolvidos no processo de montagem, verificou-se que a equipe responsável pela montagem dos pré-moldados era composta, além do engenheiro encarregado da obra, por um mestre de obras geral, um mestre de montagem, um

técnico de segurança do trabalho, um montador, dois auxiliares de montagem, três soldadores e um motorista de caminhão além dos respectivos operadores de guindastes.

Dos equipamentos para montagem verificou-se a utilização de um caminhão com carreta, para transporte interno de peças, duas plataformas elevatórias, sendo uma auxilio na montagem das peças, outra para movimentação dos soldadores até as regiões a serem ligadas, além dos respectivos guindastes.

5.5.2 Verificações a partir do monitoramento dos trabalhos de montagem

No decorrer da obra, monitorando os trabalhos de logística e a montagem dos pré-fabricados, foi possível observar o tempo necessário para montagem de diversas peças, com isto, realizou-se uma planilha (ANEXO IV) com os tempos para instalação das peças observadas. Por vez tornou-se possível estimar uma média de tempo para montagem de cada tipo de peça. Pilares apresentaram um tempo médio de 55 minutos para serem montados, vigas uma média de 30 minutos, e lajes em torno de 18 minutos por peça.

5.5.3 Lista de verificação

A lista de verificação (ANEXO I) foi utilizada de forma a complementar e ampliar os dados referentes a logística das peças pré-fabricadas dentro da obra, levando em consideração o recebimento, a estocagem e a movimentação das peças.

A partir da análise da lista de verificação, constatou-se que:

- O local para recebimento e o controle de qualidade das peças recebidas existia, contudo, o acesso para recebimento das peças no canteiro, assim como os equipamentos disposto para esta tarefa eram limitados, não permitindo descarregamentos simultâneos. Em partes o caminho de circulação passou a ficar demarcado por conta do uso diário, contudo não fora um caminho estudado e demarcado com antecedência.

- A descarga das peças pré-fabricadas era realizada sobre caibros de madeira antepostos no chão, no entanto, como havia falta de base no terreno, e as peças eram deixadas ao ar livre, seguidamente as mesmas iam ficando sujas devido as intempéries do tempo, gerando posterior trabalho de lavagem destas.

- Foi verificado o planejamento para recebimento das peças, porém devido aos atrasos por parte do projeto estrutural, e o envio das peças de montagem superior, ocorreu falta de espaço para armazenamento dos pré-moldados, obrigando a empresa a estocá-los em locais mais distantes da obra. Foram poucas às vezes em que as peças eram entregues na obra e imediatamente já montadas, geralmente ao chegar ficavam em local de estocagem, gerando dupla ou tripla movimentação.

- A estocagem sempre foi realizada de forma organizada, sem desperdiçar terreno, e de forma que qualquer peça fosse retirada com facilidade. O estoque agrupava as peças de mesmo padrão, ou seja, grupos de pilares, vigas, lajes e paredes; estando cada uma das peças com a sua identificação. Ainda, devido aos atrasos por parte do projeto, e o envio das peças de montagem superior, a empresa não conseguiu praticar estocagem do tipo PEPS (primeiro a entrar primeiro a sair), ficando obrigada a armazenar peças por grandes períodos.

- Com relação a movimentação das peças, foi verificado que a empresa possuía uma programação de nível semanal para montagem.

- A área para movimentação e montagem das peças encontrava-se constantemente demarcada e isolada, porém sem haver caminhos e fluxos de trabalho definidos, possibilitando cruzamentos. Os equipamentos para descarga, manuseio e montagem das peças sempre foram adequados ao serviço; entretanto a falta de base e solo firme para patolagem dos guindastes veio algumas vezes a influenciar negativamente na montagem; principalmente em dias posteriores a chuvas, quando o solo ainda encontrava-se encharcado.

-Os guindastes sempre encontravam-se na posição correta para o içamento das peças, dispondo de logomarca da empresa. A comunicação entre guindasteiro e sinaleiros ocorria através de rádio.

5.5.4 Documentação do andamento da obra por imagens

Buscando mostrar de forma mais visível o processo de estocagem, movimentação e montagem das peças pré-fabricadas, os problemas do canteiro, bem como a evolução da obra; é realizado a apresentação de uma série de imagens referente a evolução da torre.

Nas figuras 27 e 28, está representado o início da montagem, quando a empresa fazia uso de seus dois guindastes simultaneamente, quando necessário, para içar e montar as peças pré-fabricadas.

Figura 27- Início da montagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 28- Içamento das primeiras vigas

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Expõe-se a figura 29, apresentando a área disponibilizada para estoque de peças, onde verifica-se que os pré-fabricados são armazenados diretamente sobre caibros e vigas de madeira. Nas figuras 30 e 31 exibe-se as áreas dispostas próximas ao guindaste de montagem, cujas as peças eram dispostas para serem montadas em breve.

Figura 29- Estoque de pré-fabricados

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 30- Área para estoque de pré-fabricados próximo a montagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 31- Pré-fabricados aguardando montagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

As figuras 32 e 33 mostram com clareza a influência negativa que a falta de base e drenagem trazia ao terreno em períodos de chuvas, gerando muita lama e dificuldades de locomoção no terreno, além de propiciar fortemente para que guindastes e caminhões acabassem atolando.

Figura 32- Falta de drenagem no terreno (área 1)

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 33- Falta de drenagem no terreno (área 2)

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Buscando apresentar a evolução da obra no decorrer do tempo, são apresentados ainda as imagens 34, 35 e 36.

Figura 34- Evolução da obra em junho/ 2015

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 35- Evolução da obra em agosto/ 2015

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 36- Evolução da obra em setembro/ 2015

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

5.6 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS

A partir da análise do layout do canteiro de obras é possível concluir que o espaço dimensionado tanto para as áreas do almoxarifado, depósito de ferramentas, telheiro para ferreiro e depósitos de madeira, quanto para as áreas administrativas e de engenharia foi adequado. O espaço destinado para depósito e armazenamento de peças pré-fabricadas tornou-se insuficiente para a demanda que recebeu devido aos atrasos de projetos e a falta de planejamento a longo prazo, não definidos pela empresa construtora.

O armazenamento das peças pré-fabricadas no canteiro de obras era realizado de acordo com as características e tipologia das peças, de modo que viessem a estar o mais próximo possível uma da outra, afim de economizar espaço, sem deixar de proporcionar o fácil manuseio para locomoção das mesmas.

A falta de uma base e da drenagem do terreno, onde se dava o armazenamento das peças pré-fabricadas atrapalhou o estoque, a movimentação e a montagem das peças, nos períodos de chuvas, quando o terreno ficava com muita lama e sem uma base firme. Dificultava o acesso à obra, a execução dos serviços e causava o atolamento de guindastes e máquinas pesadas, gerando perdas de tempo.

Da logística, conclui-se que o planejamento para melhor locação do guindaste utilizado para montagem das peças foi fundamental para que não houvesse desperdício de tempo. Dessa forma, o guindaste realizava o menor número possível de deslocamentos horizontais, e economizava até 3 horas de serviço, em perdas por locomoção, no caso do maior guindaste alugado.

O plano de montagem das peças pré-fabricadas mostrou-se eficiente e satisfatório, pois mesmo em períodos em que não se tinha todas as peças definidas e prontas à disposição, a empresa contratada e o projetista souberam analisar o sistema e atacar os pontos já definidos, conseguindo manter uma média aceitável de montagens, como no mês de junho.

Como se trata da obra de uma torre, o fato de utilizar somente guindastes móveis sobre rodas para montagem limitou bastante o sentido em que a obra deveria ser montada, já que o guindaste tem limitações para vencer raios maiores, visto que com a variação do ângulo de sua torre, se reduz o alcance horizontal conforme se necessita maiores alturas, obrigando a seguir de forma paralela a montagem em níveis horizontais e verticais; além do que o guindaste precisava estar sempre muito próximo das peças a serem montadas.

Analisando os diários de obras, foi possível determinar número de peças montadas por dia, os dias úteis de trabalho no mês e número de vezes em que intempéries impossibilitaram a montagem das peças. Assim, constatou-se uma média geral de 15 peças montadas por dia entre os meses de maio a setembro. Ainda, considerando as proporções entre pilares, vigas, lajes e paredes pré-moldados, verificou-se que para cada pilar deveriam ser montadas em torno de 5 vigas, 7 lajes e 2 paredes.

Desta forma, considerando a média de tempo para montagens, estipuladas a partir do monitoramento dos trabalhos de montagem (item 5.5.2), temos que o guindaste principal, responsável pela montagem dos pilares, vigas e lajes faria uma demanda total de 331 minutos por dia, ou seja, 5 horas e 31 minutos de montagem por dia. Considerando que em um dia a empresa

tenha 9 horas de trabalho, as outras 3 horas e 29 minutos ficariam distribuídas entre o tempo em que o guindaste necessita para efetuar patolagem, tempo para amarração de cargas e movimentações de peças para estoque próximo, além dos tempos em que o guindaste ficará ocioso.

Assim, supõe-se que caso as montagens viessem a ser iniciadas no início de maio, com todos os projetos de peças encaminhados e sem atrasos, a data para finalização da montagem de pré-moldados seria em meados de outubro, quando se ultrapassaria as 1494 montadas, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2: estimative para montagem

ESTIMATIVA PARA MONTAGEM DE PEÇAS COM GUINDASTES MOVEL SOBRE RODAS				
Mês	**Dias uteis de trabalho**	**Dias propicios para montagem**	**Dias de chuva**	**Total estimado de peças montadas**
Maio	22	19	3	285
Junho	23	18	5	270
Julho	25	14	11	210
Agosto	24	21	3	315
Setembro	23	19	4	285
Outubro	25	9	5	135
Total				1500

Fonte: Autoria própria (2015)

5.7 PLANO DE INTERVENÇAO E POSSIVEIS RESULTADOS

Realiza-se aqui um estudo no sentido de avaliar como o sistema de montagem comportaria caso a empresa construtora fizesse o uso de uma grua, como um meio alternativo para logística de pré-fabricados no canteiro de obras, visando obter uma montagem mais enxuta, rápida, segura e lucrativa.

5.7.1 Dimensionamento da grua

Diante dos diversos tipos de grua existentes no mercado, conforme foi apresentado no capitulo 3.4.2.2, para esta obra em específico, verificou-se que uma grua estacionária com lança horizontal, fixa seria mais apropriada, já que a principal atividade é a montagem de peças pré-

fabricadas de médio/grande porte. Tal grua realizaria a operação de carregamento das peças da área de estoque para montagem das mesmas na torre.

Entre as capacidades e grandezas da grua citada como mais apropriada para este tipo de obra, faz-se primeiramente a análise dos fatores que influenciariam no seu dimensionamento como o layout do terreno, as cargas a serem transportadas e as alturas a serem vencidas:

A) Analise do layout do canteiro de obras:

No canteiro de obras busca-se a melhor posição para instalação da grua, procurando uma zona que cubra toda área onde deverá ser efetuada a montagem e ao mesmo tempo cubra o maior vão possível da área de estoque das peças pré-fabricadas, de modo que possam ser descarregadas diretamente no raio de alcance da grua, dispensando posteriores movimentações das peças. Sobre a análise do layout, percebe-se que após o posicionamento da grua no local mais adequado, é necessário verificar a dimensão que a lança deverá ter para efetuar a montagem necessária.

Dessa forma, a localização da grua no canteiro de obras ficaria disposta de acordo com o anexo VI, e a partir disto, verificar-se-ia a lança, que deveria possuir no mínimo 40 metros comprimento, de forma a cobrir os aproximados 1.910,00m² de área horizontal, onde se localiza a torre, e gerar ainda, em torno de 3.115,00m² para armazenamento das peças pré-moldadas sob a área de atuação da grua.

B) Carga total do material a ser movimentado:

Como a grua é um objeto fixo, que não será alterado com o decorrer da obra, na medida em que as cargas a serem içadas sejam de maior ou menor valor, e as distâncias horizontais e verticais maiores ou menores, faz-se necessário realizar um pré-dimensionamento de cargas e vãos as serem vencidos por ela.

Assim, foram analisadas as peças de maiores dimensões da obra, ou seja, vigas e pilares, conforme o anexo VII, e as plantas de forma, com a localização das mesmas. A partir disto, verificou-se que a grua deveria suportar uma carga máxima de até 26.500kg, peso do pilar mais pesado (P6), devendo ter uma capacidade de carga no alcance máximo para 20.000kg, já que o pilar mais distante dela (P1), pesa em torno de 19.905kg.

C) Alturas a serem vencidas:

Verificando-se os projetos de pilares, vigas e lajes, além das plantas de forma da obra em questão, a partir dos desenhos de corte do projeto, constatou-se que as tesouras do telhado, seriam os elementos elevados na maior altura da obra. Como os pilares em que estas estão apoiadas morrem a cerca de 45 metros, e as mesmas apresentam, uma altura útil em torno de 3 metros, verifica-se que a grua para dar apoio na obra deveria ter uma altura mínima de 55 metros a fim de deixar um vão-livre de 7 metros para que se tenha uma maior mobilidade na hora de montar as últimas peças.

Desta forma, a grua para montagem de pré-moldados na obra, deverá possuir um comprimento de lança de pelo menos 40 metros, sendo capaz de suprir uma altura de 55 metros de altura e possuir capacidade de carga na ponta de pelo menos 20 toneladas.

5.7.2 Vantagens agregadas ao uso da grua

Considerando que esta é uma obra industrial, onde um menor tempo de montagem representa o funcionamento antecipado da indústria, e isso reflete em lucros, verifica-se que com o uso do guindaste móvel teve-se uma perda diária de aproximadamente 3h e 30m horas por dia entre patolagens, tempo para estender/ recolher lança, tempo para carga e descarga de peças em diferentes locais da obra, além dos tempos em que o guindaste estava ocioso.

A empreiteira possuía dois guindastes para efetuar a montagem das paredes, e as cargas e descargas das peças no raio de alcance da grua. Assim, o único tempo perdido, seria o de instalação e desinstalação da grua no canteiro, com o auxílio do guindaste móvel, tomando um tempo fixo no início e fim da obra. Fora isso, durante todo o resto do processo, a mesma estará apta a fazer a montagem das peças, tendo como tempo perdido, teoricamente, em atividades que não geram lucro, apenas os minutos que o operador leva para chegar e sair da cabine, considerando que se tenha um bom planejamento de montagem, que não gere tempo ocioso para o equipamento.

Outro fator que viria a influenciar na obra, seria o sentido de montagem que a grua propicia. Com ela, as possibilidades de montagens são maiores e a empresa executante da obra pode escolher

se prefere executar as montagens por eixos verticais, horizontais ou mesmo intercalando os eixos e sentidos.

Além disso, a velocidade de transporte da grua é consideravelmente maior que a do guindaste, e o operador da grua tem uma visão ampla da obra, a partir de sua cabine, o que permite realizar a montagem com maior agilidade e segurança. Assim, através de conversas com operadores de grua e guindastes, e com empresas do ramo de montagem, chegou-se à conclusão de que no quesito montagem, a grua representaria uma agilidade de 10% à 14% maior que o guindaste, dependendo da grandeza da peça a ser montada. Desta forma, trabalhando-se a média de tempo levado para montagem de pré-moldados com os guindastes, conclui-se que com a grua, a média de tempo levada para montagem de um pilar seria de 50 minutos, de uma viga 26 minutos e de uma laje 16 minutos. Enquanto com o guindaste a média de tempo levado para montagem de um pilar foi de 55 minutos, de uma viga 30 minutos e de uma laje 18 minutos

Assim, considerando um dia útil onde se tenha 9 horas de trabalho, seria possível obter uma média de montagem diária de 22 peças, algo em torno de um pilar, 8 vigas e 14 lajes, por dia. E desta forma teríamos a montagem realizada em torno de 4 meses, nos gerando uma economia aproximada de 2 meses, comparada com a montagem realizada pelo guindaste móvel sobre rodas, conforme a figura 37.

Figura 37:

ESTIMATIVA PARA MONTAGEM DE PEÇAS COM GRUA FIXA				
Mês	**Dias uteis de trabalho**	**Dias propicios para montagem**	**Dias de chuva**	**Total estimado de peças montadas**
Maio	22	19	3	418
Junho	23	18	5	396
Julho	25	14	11	308
Agosto	24	15	3	330
Setembro	2	2	4	44
Total				1496

Fonte: Autoria própria (2015)

5.7.3 Custo de uma grua x custo do guindaste

Na busca de uma grua que satisfaça o dimensionamento mensurado acima, verificou-se que modelos de grua como a Liebherr Heavy Load HC 2000 HC 60, ou a COMEDIL TEREX CTT

561-20, seriam adequadas para o trabalho, por apresentaram dimensões e capacidades de carga de acordo ao necessário para montagem. Tratando-se de gruas de médio/grande porte, viu-se dificuldades para encontrar empresas que trabalham com o aluguel das mesmas em território nacional, assim, realizou-se apenas um orçamento preliminar, com uma empresa que realizaria a o aluguel da grua COMEDIL TEREX.

É preciso observar que com o uso da grua COMEDIL TEREX (utilizada para fins de orçamento), os dois pilares, P1 e P47, locados no ponto mais extremo da grua, além do pilar mais pesado, P6, da obra, não conseguiriam ser montados. Devido a isso, foi colocado no orçamento da grua o valor de duas diárias do guindaste móvel de 250 toneladas para montagem especial destas peças.

Tanto para o aluguel de gruas fixas quanto de guindastes móveis, inclui-se custos com operadores, deslocamento e seguro dos equipamentos. Verificou-se com empresas especializadas no aluguel de gruas e guindastes, que os mesmos são praticamente equivalentes, diferenciando-se apenas o aluguel se mensal ou diário. Porém, para o aluguel da grua, verificou-se ainda alguns custos fixos de fundação, mobilização/ desmobilização, e equipe de montagem para sua instalação. Desta forma é apresentado a figura 38, onde compara-se os custos envolvidos no aluguel da grua fixa e do guindaste móvel.

Figura 38:

CUSTOS		
Tipo	GRUA	
Mensal	Aluguel (44 horas semanais)	80000
Fixo	Fundação (chumbadores)	80000
Fixo	Mobilização	75000
Fixo	Desmobilização	85000
Fixo	Duas diarias de guindaste móvel	10000
	Total	
	Custo fixo	250000
	Tempo de grua na obra (meses)	4,75
	Custo fixo diluido pelo tempo de obra	52631,58
	Custo Total da grua/ mês	132631,58
	Custo Total da grua	630000

CUSTOS		
Tipo	GUINDASTE	
Diario	Aluguel (9 horas/dia)	5000
	Total	
	Média de Dias uteis por mês	23
	Média Custo mensal guindaste	115000
	Tempo de obra	5,5
	Custo Total guindaste	632500

Fonte: Autoria própria (2015)

Os custos fixos envolvidos para instalação e desinstalação da grua no canteiro de obras, foram calculados e diluídos nos meses em que a mesma estivesse em funcionamento, o que gerou

um custo total mensal de R$ 132.631,58, contra R$ 115.000,00 mensais do guindaste móvel sobre rodas.

Nota-se que o tempo total de uso da grua para montagem de peças pré-moldadas foi especificado em 4,25 meses, aproximadamente 4 meses e uma semana, no capitulo 5.7.2, porém na figura 38 foram citados 4,75 meses (4 meses e 3 semanas) de uso da mesma, visto que seria necessária uma semana antes do início da montagem das peças, para instalação e mais uma semana no final da montagem, para desinstalação da grua.

Analisando a tabela da figura 38 conclui-se que o custo total com aluguel de grua ou de guindaste chegariam a valores muito próximos, e que o maior ganho que teríamos ao utilizar a grua seria no quesito tempo de execução, onde estaríamos economizando aproximadamente dois meses. Para tanto, se considerarmos o custo total da obra, e dividirmos este valor pelo tempo de retorno que esta construção, de uso industrial, deve ter, chegaríamos ao montante que estaríamos economizando ao fazer o uso da grua.

6 CONCLUSÃO

O estudo sobre a utilização da grua para movimentação de materiais mostrou-se importante não só pelas vantagens para a obra, mas também pela atenção e estudo especial que deve-se dar a todo canteiro de obras, que quando mal organizado e administrado, acaba por criar condições desfavoráveis de trabalho aos operários, gerar maiores desperdícios de matéria prima e de tempo, gerando prejuízos e afetando drasticamente o resultado final do empreendimento.

A análise do layout do canteiro de obras e da logística adotada para a estocagem, movimentação e montagem de peças pré-fabricadas de concreto armado, de uma obra de médio/grande porte de uso industrial possibilitou-nos averiguar falhas entre o planejamento e a execução das tarefas. Este trabalho teve como principal objetivo mostrar como este sistema se comportaria caso viesse a ser utilizado para este processo, ao invés do guindaste móvel, uma grua.

Com dados coletados através da observação direta e participante, do monitoramento dos trabalhos de montagem, registros em imagens e análises de documentos, bem como entrevistas e diálogos com os engenheiros, mestres e operadores de máquinas envolvidos com a obra, tornou-se possível realizar o diagnóstico de todo sistema de montagem de peças, verificando os processos que não estavam de acordo, apresentavam falhas, ou simplesmente não agregavam valor a obra.

A primeira etapa para análise do sistema foi a verificação do layout do canteiro de obras, estudando o canteiro proposto pela empresa, e examinando o arranjo físico de trabalhadores e equipamentos, áreas de trabalho, de estocagem e a logística proposta para o meio.

Posteriormente, fez-se uma análise da logística proposta pela empresa construtora. Verificou-se claramente que a principal vantagem do guindaste móvel, o fato desse locomover facilmente, traz consigo seu lado mais desfavorável, o desperdício de tempo gerado por tais locomoções, já que ele deve ser constantemente movimentado e patolado no canteiro para conseguir realizar as montagens. Em simultâneo, realizou-se a análise dos dados coletados por fontes de evidência (lista de verificações, análise de documentos, monitoramento das montagens), que nos trouxe dados como número, o tipo de peças, e o tempo necessário para montagem de cada tipo de peça, e nos permitiu gerar uma média de peças montadas por dia entre os meses de maio e setembro.

Desta forma, para sanar as falhas percebidas no canteiro de obras, para movimentação e montagem das peças pré-fabricadas com o uso do guindaste móvel, no âmbito de ter um sistema mais enxuto, com mais produtividade e menos custos, verificou-se a forma com que o sistema se comportaria com um guindaste de torre (grua) para montagem das peças.

Para tanto, analisou-se o layout do canteiro de obras, buscando a melhor posição para instalação da grua e a dimensão que a lança horizontal desta deveria a ter. A partir da análise dos projetos estruturais verificou-se o peso das peças a serem içadas e então obteve-se a capacidade de carga que a grua necessitaria. Dos projetos arquitetônicos de corte e fachada verificou-se a altura que a grua supriria.

Com as dimensões e capacidades estabelecidas, buscou-se no mercado quais os modelos de gruas atenderiam as especificações necessárias e a partir disto orçou-se os valores para tê-la na obra. A partir do orçamento e das especificações técnicas da mesma pode-se traçar um comparativo entre gruas e guindastes; do qual concluiu-se que em termos de custos, a grua e o guindaste móvel gerariam um custo total muito aproximado, porém, quando analisado o custo mensal, a grua traria maiores despesas.

Para utilização da grua seriam necessárias 2 semanas para mobilização e desmobilização da mesma na obra; porém, o fato da grua possuir uma agilidade de 10% a 14% maior que o guindaste para efetuar as montagens, e o fato de que com ela não se teria perdas de tempo com patolagens, considerando uma montagem programada, onde não se tem tempos ociosos para o equipamento, teríamos uma média de montagem 37,5% maior com a grua, ou seja, gerando uma montagem em torno de 2 meses mais rápida.

Apesar de não parecer um ganho extraordinário de tempo, ao pensar o valor total da obra em questão e dividi-lo pelo tempo em que a mesma deseja pagar-se, podemos nos surpreender com o ganho total. Sem contar que se trata de uma obra industrial, onde a partir do funcionamento da mesma teríamos geração de empregos e consequentemente crescimento da economia num todo, de forma antecipada, em pelo menos 2 meses.

Tais fatos coloca-nos exatamente no ponto citado por Viera (2006), na revisão da literatura, que um problema comum encontrado pelo operador logístico é saber trabalhar com a relação de perdas-e-ganhos, onde o profissional não tem a maturidade suficiente para abrir mão de uma

qualidade, para ganhar em outra, cuja relevância é maior, ou seja, no caso, abrir mão do sistema tradicional de montagem com guindastes móveis, para investir em equipamentos como as gruas, que até podem vir a exigir um custo inicial e durante a operação maior, mas que no fim tendem a nos proporcionar uma obra mais enxuta, rápida, segura e no fim mais lucrativa.

REFERÊNCIAS

ALVEZ, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obra:** proposta baseada em um estudo de caso. 2000. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARDOSO, Francisco F.. **A gestão da produção de vedações verticais:** Alternativas para a mudança necessária. Julho, 1998. Disponível em: < http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/FCardosoSemVedVert.pdf >. Acesso em 25 abri. 2015.

DIEZEL, C. B. **Gestão da produção da indústria da construção civil no subsetor da construção de edifícios residenciais de médio padrão.** 2006. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação do curso de Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006. Disponível em: < http://engenharia.anhembi.br/tcc-06/civil-42.pdf>. Acesso em 19 abr. 2015.

FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. **Metodologia para Elaboração do projeto de canteiro de obras de Edifício.** São Paulo: EDUSP, 1998.

FERREIRA, E. de A. M.; FRANCO, Luiz Sérgio. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. In: **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 1998. Disponível em: < http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00210.pdf >. Acesso em 10 abr. 2015.

GUERRA, M. A. d'A.; FILHO, C. V. M.; **Sistema de gestão integrada em construtoras de edificios:** Como planejar e implantar um SGI. São Paulo: Ed. Pini, 2010. 160p

GUMBOSKI, Marcel. **Estudo sobre a Movimentação de Materiais num Canteiro de Obras.** 2012. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Engenharia Civil) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, 2012. Disponível em: < http://www.pergamum.udesc.br/dados-bu/000000/000000000017/00001716.pdf >. Acesso em 08 mai. 2015.

KUREK, Juliana... [et al.]. **Aplicação dos princípios Lean ao setor de edificações.** Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 95p.

KOSKELA, Lauri. **Applicatoin of the new production philosoohy to construction.** Stanford, USA: CIFE, 1992.

LICHTENSTEIN, N. B. **O uso da grua na construção do edifício.** São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, 1987a. Boletim Técnico 18.

_____. **Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares.** 1987b. 536f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da USP, SP.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** 1. Ed. São Paulo: Ed. Pini, 2010.

___. NR 18.4 – Áreas de vivencia. In: **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego.** NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 1978.

NASCIMENTO NETO, N. R.; SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. A.; **Logistica no transporte e montagem de estruturas pré-moldadas de concreto.** Artigo científico, 12p, 2010.

OLIVEIRA, Otávio José de. **Influências do Projeto de Produção e do Projeto de Canteiro no Sistema Logístico da Construção de Edifícios.** Artigo científico, São Paulo, 2001. Disponível em: < http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/influencias_do_projeto_de_producao_no_sist_logistico.pdf>. Acesso em 05 mai. 2015.

PEREIRA, Mariana Garrastazu. **Planejamento de Operação dos equipamentos de movimentação de materiais em canteiros de obras: Diretrizes baseadas em estudo de caso.** Porto Alegre: UFRGS, 2011. Monografia (Graduação Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

REZENDE, Hélder Andrade; JESUS, Romério Barreto de; MOURA, Ruan Carlos de Araújo. **A logística no contexto da construção civil.** In: Cadernos de graduação – ciências exatas e tecnológicas. Sergipe, mar. 2013. P. 135-146. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/542/271>. Acesso 19 abr. 2015.

PRATA, Bruno de A.; PRATA, Gustavo Bessa; NETO, J. P. B. **Modelo de simulação da movimentação de materiais em um canteiro de obras: um estudo ao caso do transporte de concreto.** SP: Anais da XI SIMPEP, 2004.

SANTOS, A. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais:** um estudo de caso. 1995. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTOS, Carlos A. B.; FILHO, José Rodrigues de Farias. **Construção Civil:** um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. Artigo cientifico. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART549.pdf >. Acesso em 08 mai. 2015.

SANTOS, Samuel Rodrigues dos. **Utilização de Gruas em Canteiros de Obras: Estudo de Caso**. ANGICOS/RN, 2013. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.

SAURIN, T. A. **Método para diagnostico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações.** 1997. 171 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos.** Porto Alegre: ANTAC, 2006. – (Recomendações Técnicas HABITARE, V. 3).

SERRA, S. M. B.; Ferreira, M. de A.; PIGOZZO, B. N. **Evolução dos Pré-fabricados de Concreto.** São Carlos. 10p. 2005.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes. **Como reduzir perdas nos canteiros:** Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005. 128p.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes. **Projeto e Implantação do Canteiro.** 2. Ed. São Paulo: Ed. Tula Melo, 2002. 96p.

THOMAZ, E. **Técnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção Civil.** São Paulo: Ed. Pini, 2001. 452p.

VIEIRA, Hélio Flávio. **Logística aplicada à construção civil:** como melhorar o fluxo de produções nas obras. 1. Ed. São Paulo: Ed. Pini, 2006. 178p.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** 10 Ed. São Paulo: Ed. Pini: Sinduscon, 2009. 769p.