

Consequências da falta de gerenciamento de uma construção com aplicação de estrutura pré moldada: Estudo de Caso

Igor Pedicini; Diego Borges Leal Carvalho; Luan Marcel Silva Souza; Pâmela A. Ataíde Alto da Silva
Orientador: Prof. Ms. Leandro Ferreira Gomes

Resumo: O elemento Pré-Moldado é definido como o processo de fabricação que antecede a montagem, em que as estruturas são moldadas e curadas até atingirem certo grau de resistência e chegam prontas no canteiro de obras. Para que a obra seja finalizada atendendo os padrões de qualidade, é necessário que seja realizado um gerenciamento eficiente por parte da construtora e da empresa contratada especializada nos pré-moldados. Este trabalho consiste em um estudo de caso de um empreendimento estudantil localizado na cidade de Santos, onde a falta de gerenciamento gerou atrasos, aumento de custo e transtornos para os demais serviços. Foi realizada uma revisão bibliográfica, na qual pôde-se perceber como a literatura indica um bom plano e execução, além de uma proposta de gerenciamento que, em teoria, poderia reduzir os danos apresentados. Com a análise de todos os itens presentes neste artigo, é possível concluir que grande parte dos problemas apresentados na obra partiram inicialmente da construtora, seguido pela falta de gerenciamento da própria empresa especializada, além de que se métodos de gerenciamento básicos tivessem sido aplicados a obra, o impacto seria positivo em relação ao plano de gestão e controle de atividades.

Palavras-chave: Pré-moldado; Obra; Gerenciamento; Construção Civil.

Consequences of the lack of management of a construction with application of precast structure: Case Study

Abstract: The Precast element is defined as the manufacturing process that precedes the assembly, in which the structures are molded and cured until they reach a certain degree of resistance and arrive ready at the construction site. In order for the work to be completed meeting the quality standards, it is necessary that an efficient management be carried out by the construction company and the contracted company specialized in precast. This work consists of a case study of a student enterprise located in the city of Santos, where the lack of management generated delays, increased cost and inconvenience to other services. A bibliographic review was carried out, in which it was possible to perceive how the literature indicates a good plan and execution, as well as a management proposal that, in theory, could reduce the damages presented. With the analysis of all the items present in this article, it is possible to conclude that most of the problems presented in the work came initially from the construction company, followed by the lack of management of the specialized company itself, in addition to the fact that if basic management methods had been applied to the work, the impact would be positive in relation to the activity management and control plan.

Keywords: Precast; Construction; Management; Building.

1. Introdução

O gerenciamento de obra é parte fundamental e um dos pilares da construção civil, independente do surgimento de novos métodos de construção. Um método que passou a ser mais utilizado no Brasil é o Concreto Pré-Moldado. Trata-se do processo de fabricação que antecede a montagem, em que as estruturas são moldadas e curadas até atingirem certo grau de resistência e chegam prontas no canteiro de obras, o que garante maior agilidade de construção em comparação a outros métodos.

Para que a obra seja finalizada atendendo os padrões de qualidade pré-definidos, é necessário que ao gerir o método de construção pré-moldado, o profissional defina primeiramente a forma mais eficaz de montagem das peças, antes mesmo do início da fabricação, baseado no projeto. Isso porque a sequência de colocação das peças interfere diretamente na montagem. Logo, conforme o projeto seja revisado, pode ser necessário novo estudo para execução.

Com isso, inicia-se a fabricação das peças, em que é fundamental o contato entre o gestor e a fábrica para determinar o tempo de entrega e acompanhar a qualidade do produto, haja vista que atrasos podem gerar custos elevados à obra, além da possibilidade de travar outras “frentes de trabalho” exclusivamente por fatores do pré-moldado como execução, montagem, entrega ou ainda espaço em obra.

O resultado da obra também depende diretamente da qualidade da instalação, a qual deve ser acompanhada constantemente em cada novo segmento, de acordo com a sequência pré-definida. Havendo qualquer problema técnico não previsto, seja patologia, trauma ou custos adicionais, o gestor deve minimizar os impactos para garantir a entrega no prazo determinado.

Segundo a NBR 9062/2017, a montagem da estrutura só pode ser considerada finalizada quando há o encaixe perfeito de todos os elementos pré-moldados. Para isso, é necessário que ao planejar a fabricação, transporte e montagem sejam definidas folgas e tolerâncias ao dimensionar as peças.

Baseado na importância do gerenciamento de obras na construção civil, com enfoque em pré-moldados, esse artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso a respeito da obra de um empreendimento educacional e apresentar possíveis soluções de gerenciamento aos problemas de gestão encontrados.

1.1. Justificativa

Partindo do estudo de caso da construção de um edifício com cinco pavimentos, com aplicação de elementos pré-moldados em sua estrutura principal, onde seu cronograma sofreu importante interferência de atraso, prorrogando a execução dos serviços subsequentes, pois durante o processo de fabricação, transporte e montagem das peças pré-moldadas ocorreram problemas que não foram provisionados devido à falta de planejamento e plano de gestão, assim ocasionando atraso e lentidão no avanço físico da obra, percebeu-se a importância do gerenciamento efetivo para todas as etapas de uma obra com aplicação desta concepção de estrutura.

Desta forma surgiu uma oportunidade de estudo, de modo a identificar as possíveis falhas que provocaram intervenção negativa no cronograma da obra, bem como apresentar uma possível sugestão de gerenciamento para minimizar ou mitigar erros em obras futuras.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O presente estudo tem o intuito de analisar dados e informações referentes ao processo de implantação de estrutura pré-moldada, baseando-se num estudo de caso de uma edificação de empreendimento educacional, no qual serão identificadas as falhas de gerenciamento para assim apresentar uma possível solução.

Será exposto neste trabalho uma lista de itens que devem ser verificados antes e durante a execução das etapas em obra com implantação de pré-moldado e a partir desta propor melhorias para o plano de gestão de obra. Este trabalho também terá embasamento teórico através de estudos que comprovaram os benefícios de um gerenciamento de obras qualificado.

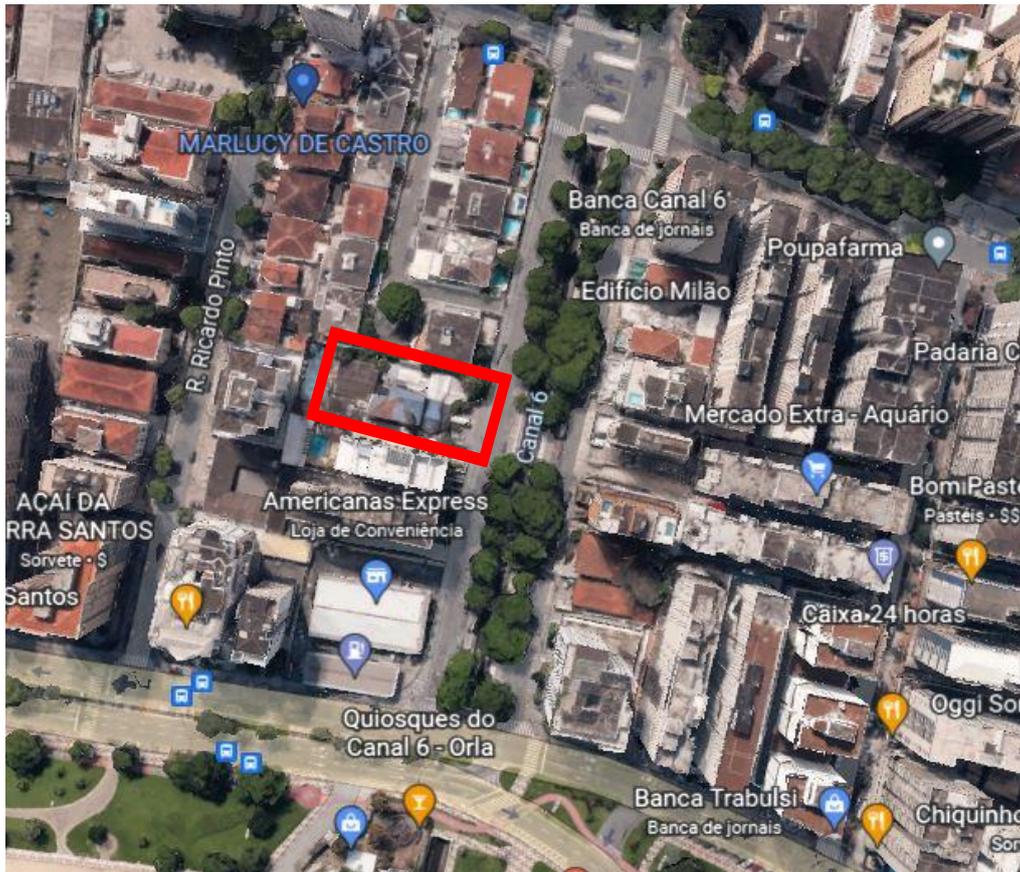
1.2.2. Objetivo Específico

- Estudar o tema implantação de elementos pré-moldados em obras;
- Apresentar resultados obtidos em estudo de caso, cujos subsídios foram coletados em obra real;
- Apontar possíveis falhas no processo de produção, devido à falta de gerenciamento aplicado;
- Elaborar uma base teórica, listando itens a serem verificados antes e durante a execução do projeto de acordo com a literatura e com as normas de regulamentação vigentes.
- Sugerir uma proposta de gerenciamento que minimize e corrija falhas durante a obra e;
- Demonstrar como uma obra bem planejada e gerida pode contar com falhas e, ainda sim, manter-se nos prazos iniciais.

2. Estudo de caso

A obra em questão trata-se de uma edificação de uma instituição de caráter educacional com cinco pavimentos, sendo um deles subsolo. Está localizada no município de Santos, no Bairro Aparecida, em uma região de ampla visibilidade do edifício e alto fluxo de pessoas, devido à proximidade de praia, shopping e mercados. A Figura 1 mostra uma vista de satélite onde se localiza o edifício construído.

Figura 1 - Localização do Empreendimento

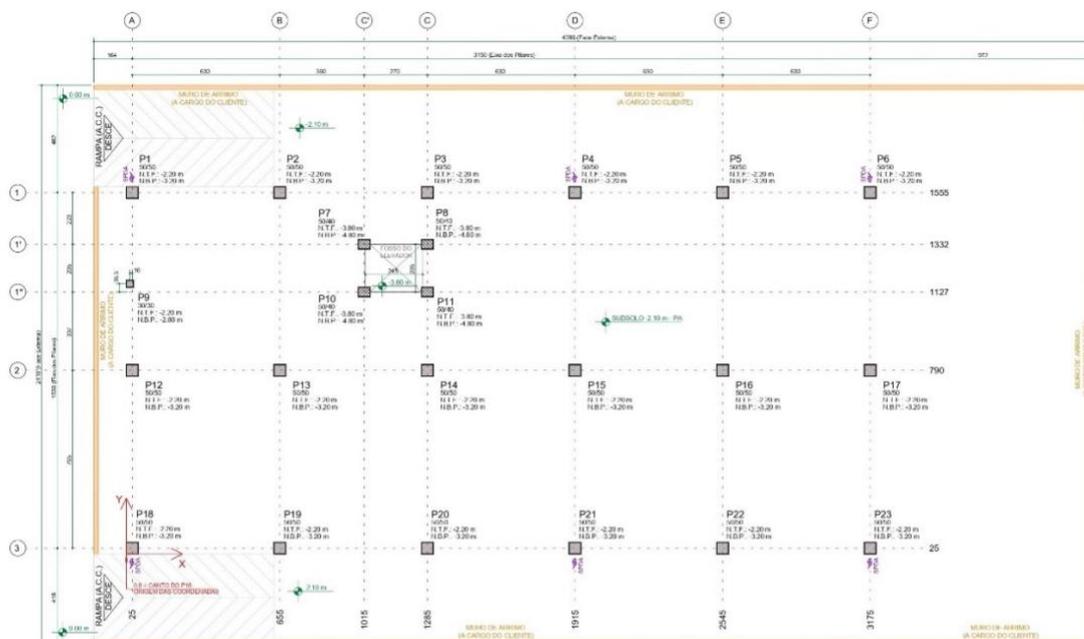


Fonte: ADAPTADO DO GOOGLE EARTH (2018)

O prazo de execução da obra inicialmente seria de 14 meses, a partir do início dos serviços, sendo a primeira data de entrega do pré-moldado estipulada para 20 de dezembro de 2021. O empreendimento foi projetado e executado por uma construtora de médio porte. Além disso, ao contratar o fornecedor de pré-moldados, foi acordado que os projetos de modulação, cálculo estrutural, produção e execução fossem de sua responsabilidade.

O projeto inicial atendia exatamente as necessidades do projeto arquitetônico, com a utilização dos seguintes elementos: pilares pré-moldados, vigas pré-moldadas e lajes alveolares. Na Figura 2, pode-se observar a planta dos pilares do empreendimento.

Figura 2 – Planta de pilares



Obs. As LAJES E VIGAS DO PAVIMENTO TERREO SERÃO APOIADAS SOBRE O ARRIMO DO CLIENTE. O DIMENSO DO VIGAS, NÃO SERÃO RESPONSAVEL PARA SUPORTAR SUAS CARGAS.

LEGENDA DE PILARES:

-  PILAR QUE NASCE NO PAVIMENTO
-  PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO
-  PILAR QUE MORRE NO PAVIMENTO

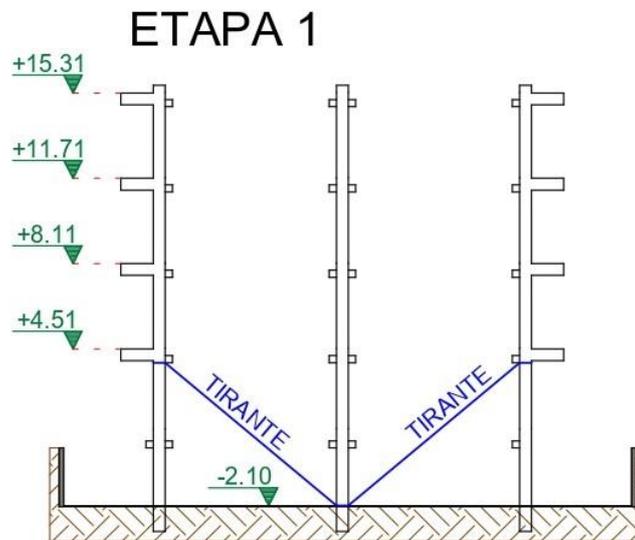
Fonte: CONSTRUTORA RESPONSÁVEL PELA OBRA (2021)

2.1. Planejamento Inicial da Obra

A sequência descrita em escopo foi planejada inicialmente em quatro etapas, sendo a primeira delas o posicionamento de todos os pilares devidamente nivelados, travados e com os tirantes; na etapa dois, o posicionamento das vigas e lajes do pavimento térreo; na terceira etapa, o restante das vigas e lajes dos demais pavimentos seriam lançados na estrutura. Por último, na etapa quatro, o capeamento seria executado, retirando os tirantes e as escoras após a cura total do concreto. O plano de montagem dos pré-moldados foi traçado baseado nas três fases iniciais do planejamento de obra, já citado, para liberação das equipes das demais frentes de serviço, possibilitando o andamento físico da obra.

As Figuras 3,4,5 e 6 demonstram de forma esquemática como a montagem foi idealizada.

Figura 3 – Planejamento de montagem etapa 1

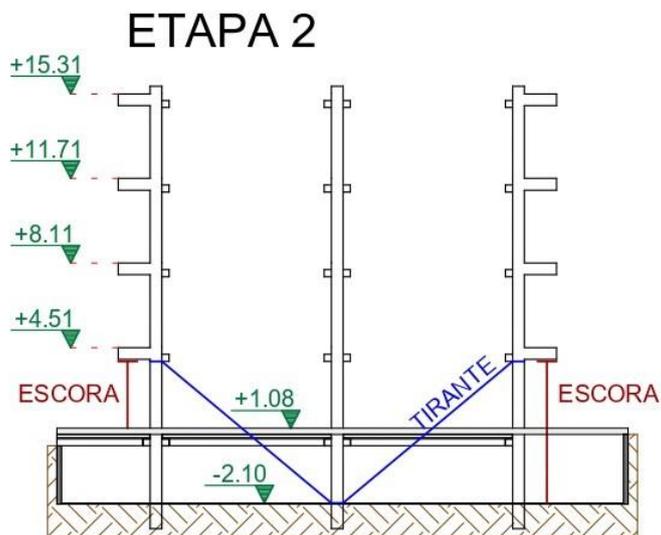


MONTAGEM DOS PILARES.

POSICIONAR TIRANTES FIXADOS NAS FUNDAÇÕES DE PILARES PRÓXIMOS.

Fonte: PRANCHA DE ESCORAS, PROJETO ESTRUTURAL 0028 (2021)

Figura 4 – Planejamento de montagem etapa 2

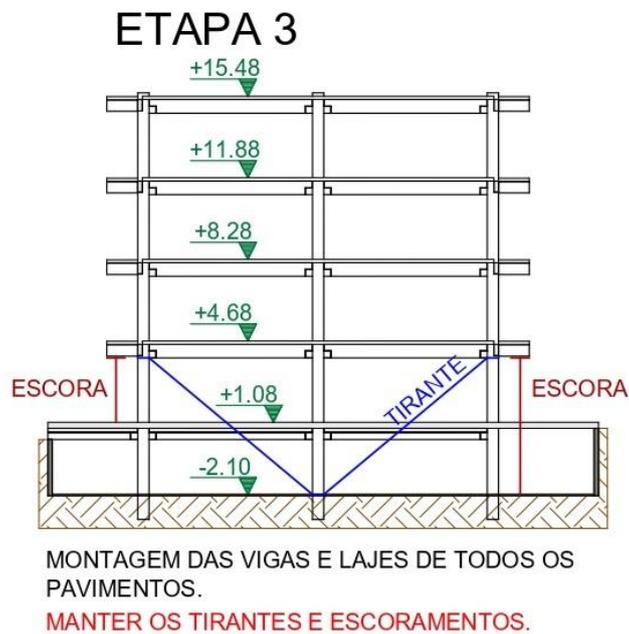


MONTAGEM DAS VIGAS E LAJES QUE APOIAM NO MURO DE ARRIMO DO PÁV. TÉRREO (V8, V11, V13, V18, V19, V21, L7) E ESCORAS.

POSICIONAR AS ESCORAS ABAIXO DO PRIMEIRO BRAÇO DE CADA PILAR. APOIA-LÁ SOBRE AS VIGAS DO TÉRREO OU SOBRE O SOLO DO PAV. SUBSOLO. NÃO APOIAR SOBRE A LAJE. VER DETALHES 1 E 2 NA FOLHA 199.

Fonte: PRANCHA DE ESCORAS, PROJETO ESTRUTURAL 0028 (2021)

Figura 5 – Planejamento de montagem etapa 3



Fonte: PRANCHA DE ESCORAS, PROJETO ESTRUTURAL 0028 (2021)

Figura 6 – Planejamento de montagem etapa 4



Fonte: PRANCHA DE ESCORAS, PROJETO ESTRUTURAL 0028 (2021)

O tipo utilizado de laje foi a alveolar bi apoiadas com beirais engastados. As vigas empregadas foram as do tipo “T” nas áreas centrais e do tipo “L” nas bordas. Os pilares escolhidos foram do tipo quadrado, com dimensões de 50x50 cm.

A Figura 7 demonstra a viga utilizada.

Figura 7 – Viga em “T”



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

As vigas do tipo “T” possuem maior resistência em comparação as vigas do tipo retangular, ainda que esta seja mais comumente utilizada, gerando uma opção mais econômica (CAMACHO, 2015). Já as vigas do tipo “L” são mais utilizadas em estacionamentos e estruturas de pré-moldado, se apresentando mais comumente nas regiões externas das edificações ou quando não pode ser empregada a viga “T” (PASTORE, 2015).

As lajes alveolares atendem a eficiência de um elemento protendido. Com aplicação deste elemento é possível vencer grandes vãos, com alta capacidade de carregamento e mínimo deslocamento. Além disso, possuem grande resistência ao fogo, podendo suportar exposição ao fogo de 700°C, onde o núcleo pode não ultrapassar 100°C, com redução a apenas 25% de sua resistência original, garantindo uma maior segurança em caso de desastres ou

incidentes (EHRENBRING, 2017). As lajes bi apoiadas possuem dois apoios, localizados um em cada extremidade, que podem ser simples ou engastadas.

A Figura 8 demonstra as lajes alveolares utilizadas em in loco.

Imagem 8 – Lajes alveolares



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

2.2. Verificação das Condições In Loco

As condições básicas para montagem sempre foram atendidas perante a equipe responsável pela obra. Um detalhe importante que vale ressaltar é a limitação de espaço em obra. Quanto mais avançada estava a montagem, menos espaço para alocação de peças. Qualquer alteração no cronograma de entrega que fugisse do escopo planejado geraria impactos ao mesmo. Inclusive, durante a primeira etapa de serviço, a construção contava com um canteiro de obras que, com o avanço das atividades, teve de ser retirado.

2.3. Prazos Iniciais

A atuação da equipe de montagem dos elementos pré-moldados em obra iniciou no dia 17 de novembro de 2021, mesma data que chegaram os primeiros lotes de pilares. O prazo de entrega de montagem de todas as peças pré-moldadas era de vinte dias úteis, estimando que se encerrasse no dia 14 de dezembro de 2021.

Era esperado um avanço físico diário de 5% na montagem das peças do pré-moldado. Ou seja, foi previsto no planejamento 2 ou 3 dias úteis para a execução de cada fase de montagem, considerando a chegada das peças no prazo previsto em escopo.

3. Mudanças na Cronologia e Problemas de Execução

Os serviços preliminares da obra foram iniciados no dia 5 de maio de 2021 com prazo de entrega para um mês, sendo a primeira semana de junho. De início, ficou acordado que o gerenciamento de todas as etapas do pré-moldado não teria intervenção da construtora. A partir daí, iniciaram-se todos os problemas relacionados à falta de gestão e planejamento das etapas, ocasionando problemáticas no cronograma conforme mencionado nesse estudo.

A primeira remessa de pilares e vigas chegou na obra no dia 17 de novembro de 2021. Já no dia 30 do mesmo mês, ocorreu o primeiro problema relacionado a montagem: a equipe contratada dos pré-moldados não dominava a operação do guindaste e demonstrou dificuldades, ocasionando um incidente, haja vista que o operador do guindaste derrubou um pilar de 15 metros de altura ao tentar içá-lo. A Figura 9 demonstra um modelo semelhante a esse pilar. Outro problema relacionado ao guindaste ocorreu devido à falta de espaço para movimentação, impedindo a utilização de equipamento de grande capacidade, o que também alterou o plano de montagem.

Figura 9 - Pilar sendo nivelado com prumo de face



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

No dia 5 de dezembro, os primeiros pilares tiveram o prumo aferido de maneira indevida, com uso de prumo de face em sua base, o que posteriormente fez necessário o acompanhamento da equipe de topografia para nova correção. Dez dias depois (15/12/21) notou-se que certos pontos se encontravam com até 6 centímetros de falha em relação ao nivelamento da estrutura. Após atingir o prazo final de montagem dos elementos pré-moldados e não haver considerável avanço físico, o prazo se prorrogou para 45 dias úteis.

O segundo erro aconteceu no início da armação e capeamento das lajes para concretagem. A equipe que iniciou os serviços fez um trabalho errôneo, como pode ser observado na Figura 10, onde o negativo ultrapassou 10cm acima da laje, havendo necessidade de contratar com urgência uma segunda equipe que refez todo o serviço de armação, atrasando novamente o cronograma. Durante a concretagem da primeira fase das lajes da obra, um novo erro de acompanhamento ocasionou em 7 centímetros a mais de concreto em alguns pontos da laje em todos os pavimentos.

Figura 10 – Montagem Errada



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

A este ponto fez-se necessário o dobro de produtividade para cobrir todos os atrasos. A montagem da fase dois da obra ultrapassou novamente o prazo de entrega anterior e foram solicitados mais 15 dias. No dia 25 de janeiro de 2022,

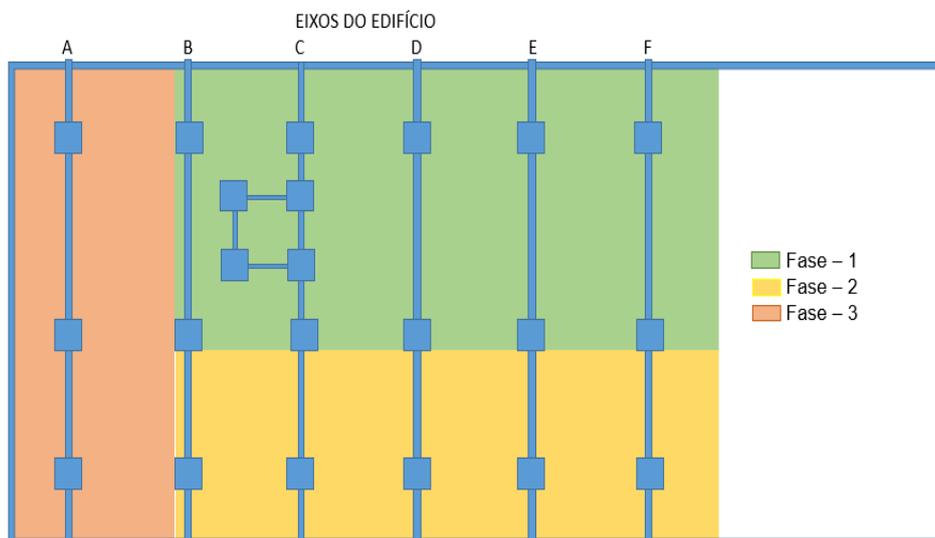
foi realizado simultaneamente a montagem da estrutura, carpintaria e armação. Cinco dias depois, iniciaram – se as alvenarias da fase 1.

A fase 2 de montagem foi finalizada no dia 08 de fevereiro de 2022. A concretagem iniciou dois dias depois, porém devido às fortes chuvas neste dia, ocasionou danos na concretagem, que foi realizada independente da chuva. Vale ressaltar que a equipe de instalações elétricas e hidráulicas estava há mais de um mês aguardando a finalização dos capeamentos das lajes e fechamentos de alvenarias para dar início aos seus serviços, o que não foi possível graças ao atraso da equipe dos pré-moldados que organizou a fase inicial, que foi substituída a partir dos problemas dessa fase.

Foi durante a execução da fase 3 que a falta de gerenciamento ficou mais evidente por parte da equipe de pré-moldados, pois o prazo final novamente estava atrasado, eram entregues peças nas quais não havia espaço suficiente em obra para armazenar, como carregamento em dia de concretagem, havendo necessidade de o caminhão passar a noite em local indevido para descarregar no dia seguinte. A fase foi entregue no dia 30 de março de 2022 e a concretagem dos pavimentos ocorreu no dia 2 do mês seguinte.

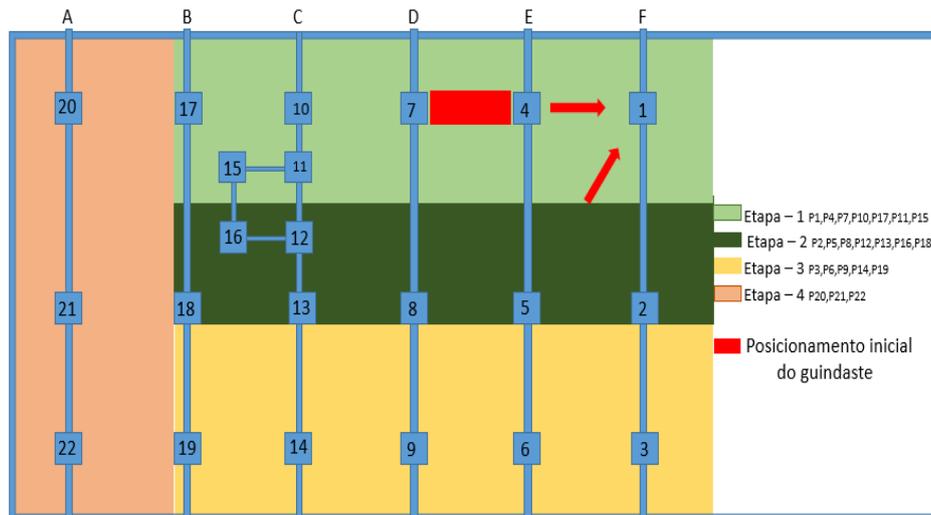
De forma gráfica, a figura 11 demonstra como deveriam ter sido realizadas as montagens da fase 1,2 e 3 e a Figura 12 demonstra como de fato foi realizada, considerando o tamanho do guindaste.

Figura 11 – Plano de Ataque da Montagem



Fonte: PRÓPRIO AUTOR ATRAVÉS NO MICROSOFT POWERPOINT (2022)

Figura 12 - Mudança Realizada in Loco



Fonte: PRÓPRIO AUTOR ATRAVÉS NO MICROSOFT POWERPOINT (2022)

O espaço entre o eixo A e a rua era muito limitado. Caso a sequência inicial de montagem fosse mantida, próximo a etapa 3 seria necessário utilizar um guindaste de aproximadamente 70 toneladas, ressaltando que não havia espaço para armazenagem das peças in loco, levando à necessidade de descarregar as peças da carreta direto para o seu posicionamento final na estrutura.

Como pode ser observado na Figura 13, o serviço de montagem dos elementos pré-moldados foi finalizado, restando a execução dos demais serviços para finalização da obra.

Figura 13 – Conclusão dos serviços especializados em pré-moldados



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

4. Revisão Bibliográfica

O elemento pré-moldado pode ser definido como uma estrutura que é fabricada fora do local de sua utilização definitiva. A principal diferença entre um elemento pré-fabricado para um pré-moldado se dá através da utilização de mão de obra treinada e especializada, além de maior rigor no controle de qualidade dos elementos, se tratando de pré-fabricados (NBR 9062:2017). A utilização de elementos pré-moldados em obras está diretamente ligada a uma forma econômica, durável, estruturalmente segura e com prazo de execução mais ágil, em comparação a outros métodos estruturais.

A primeira obra que se tem registro no Brasil com aplicação de peças pré-moldadas foi o Hipódromo da Gávea (RJ), em 1926 pela construtora Christiani-Nelson, sendo aplicadas principalmente as estacas nas fundações e as cercas usadas no perímetro da área do Hipódromo. Há informações de que, para executar tal fundação, foram concretadas no canteiro de obras 8 quilômetros de estacas com comprimentos de 24 metros. (Oliveira, 2015)

Pensando no gerenciamento de obras voltadas a utilização dessas estruturas, é fundamental que o responsável não leve em consideração apenas a etapa de montagem dos elementos. É de suma importância que as etapas de fabricação, manuseio, armazenamento, transporte, montagem e serviço também sejam planejadas. (NBR 9062:2017)

Com isso em mente, inicia-se a fabricação. Há pontos importantes a serem levados em consideração antes iniciar o processo. É recomendado que se faça uma visita ao local da obra para verificar as condições do solo, estudar a necessidade de intervenções no terreno, verificar quais os maquinários a serem utilizados e a acessibilidade para os mesmos (MARTINS, 2021), trabalhando em conjunto com a construtora responsável, no caso de não ser a própria empresa.

Além disso, as etapas de fabricação de um elemento pré-moldado podem ser descritas como armação, fôrmas, concreto, acabamento e manuseio (Oliveira, 2015). Em relação às armaduras, devem ser verificadas a limpeza e oxidação, as dimensões de corte e aplicação das tolerâncias especificadas em norma, a quantidade, tipos, possíveis deformações no armazenamento, além da verificação de insertos metálicos. (NBR 9062:2017)

Já relacionando-se as fôrmas, é crucial que se adaptem às dimensões especificadas em projeto, também respeitando as tolerâncias. É necessário que a fôrma tenha fixação, amarração e suporte adequado para o tipo de concreto que será usado (BARROSO, 2018). Além disso, a fôrma deve estar preparada para possíveis danos ambientais, cargas exercidas sobre a estrutura durante sua construção ou efeitos dinâmicos acidentais produzidos pelo adensamento do concreto. (NBR 16055:2012)

O concreto deve seguir as recomendações da ABNT NBR 6118:2014, que especifica a dosagem e suas propriedades (capacidade de resistência, desempenho em serviço e durabilidade) (BARROSO, 2018). Segundo a norma, o concreto deve considerar as condições arquitetônicas, funcionais e construtivas presentes na ABNT NBR 14931, além das condições estruturais e a integração com os demais serviços, como hidráulica e elétrica.

Assim, fica definido que o contratante e o autor do projeto devem estar em comum acordo de todas as especificações do concreto. Para as estruturas especiais, como concreto para pré-moldados, é recomendado analisar a norma específica. (NBR 6118, 2014).

Em relação ao transporte, como dito anteriormente, deve-se visitar o local onde será realizada a obra para verificar o acesso dos equipamentos, o que inclui não apenas o canteiro, mas também as rodovias de acesso, o tipo de veículo que precisará ser utilizado de acordo com o peso, formato e tipo das estruturas (MAPA DA OBRA, 2016).

Ademais, se houver a necessidade de transporte dos pré-moldados – em alguns casos, as peças são fabricadas no próprio local – de forma empilhada, deve-se intercalar as peças com cavaletes, caibros ou vigotas, para evitar atrito e não interferir na durabilidade. (NBR 9062, 2017)

A Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) elaborou manual onde elenca fatores a serem considerados no escopo de planejamento de obra com aplicação de elementos pré-moldados. Segundo o manual, a quantidade de cargas transportadas para o local de obra deve estar de acordo com o cronograma inicial e com as outras frentes de trabalho, além das áreas de estocagem, condições climáticas e espaço em obra. (ABCIC, 2019)

Ainda de acordo com o texto, a sequência de montagem deve ser considerada após a escolha do guindaste, para que seja calculado o acesso durante todas as etapas do projeto. A montagem deve se iniciar após checagem dos materiais descarregados, da seguinte forma: identificação das peças e nota fiscal; fissuras; presença de lascas e riscos; presença de etiqueta vermelha, que simboliza a necessidade de reparos ainda não realizados e; assegurar que onde será efetuado o içamento esteja em boas condições. A ordem de montagem deve se seguir como: pilares, vigas, lajes, painéis, telhas (incluindo a vedação) e, por último, as escadas. (ABCIC, 2019)

De acordo com a NBR 9062:2017, é preciso ter o detalhamento e a instrução de montagem de cada tipo de peça onde, em cada elemento, haja a idade do concreto. Deve constar a análise das ligações de juntas permanentes e temporárias, além de:

- a) Análise prévia do sequenciamento de capeamento das lajes alveolares;
- b) Evidência de que os equipamentos definidos para a montagem, bem como seus acessórios auxiliares, foram dimensionados de modo correto e se estão em quantidade suficiente para atender a necessidade da obra;
- c) Informação de que os equipamentos possuem condições de operação, estejam com plano de manutenção em dia e, se necessário, os respectivos certificados e ensaios executados;
- d) Referência à legislação vigente de segurança;
- e) Descrição de responsabilidade aos equipamentos de proteção coletiva;
- f) Controle de acesso e saída da obra;
- g) Sinalização e isolamento em áreas com potencial de risco;
- h) Plano de *rigging* e;

- i) Registro de reuniões operacionais entre contratante e subcontratado para o fornecimento de peças pré-moldadas, onde são esclarecidas informações pertinentes aos serviços.

Caso haja alguma divergência em uma das etapas ou até mesmo na finalização de toda a montagem, é necessário que já se tenha planejado as possíveis opções de correção, além de ser imprescindível a comunicação entre todos os serviços da obra. É preciso que a logística aconteça de modo que não haja interferências entre setores, principalmente com relação a atrasos.

5. Materiais e Métodos

Este trabalho consiste em um estudo de caso, fundamentando – se na obra do empreendimento estudantil no qual um dos autores deste estudo estava realizando estágio. A coleta de dados foi realizada através de visitas diárias ao edifício e entrevista com os responsáveis.

Para a revisão bibliográfica, foi realizada uma busca nas bases de dados Scielo e CAPES, e na ABNT, utilizando os descritores pré-moldado, gerenciamento de obras e concreto armado. Como critério de inclusão, foram selecionados artigos de 2012 a 2021 publicados em revistas ou presente nas bases de dados. Como critério de exclusão, foram descartados artigos não condizentes com a proposta do trabalho e com ano de publicação anterior a 10 anos da data de publicação desse estudo. As fotografias foram tiradas através do aparelho Samsung MS1. Os gráficos foram criados através do software Microsoft PowerPoint versão 2022 e Microsoft Excel versão 2022.

Foi realizado um levantamento dos principais erros que implicaram nos atrasos e demais problemas da obra, elencando na revisão bibliográfica como a literatura recomenda a utilização dos elementos pré-moldados. Por fim, foi realizada uma proposta de gerenciamento que, em teoria, evitaria todos os equívocos cometidos.

6. Discussão

O primeiro erro a ser discutido e o que acarretou os outros problemas da obra partiu da construtora, pois ao contratar um serviço especializado, a mesma não tinha um gerenciamento eficaz que incluía a empresa terceirizada, nem houve a preocupação em antecipar possíveis patologias em obra para estudar as estratégias de correção.

A forma correta para manter uma obra organizada e fluida é o gerenciamento ser iniciado desde a concepção do projeto até a limpeza final da obra. Esse gerenciamento deve incluir os custos tanto dos equipamentos, quanto de todos os profissionais de todos os serviços, até mesmo os que estão indiretamente relacionados com a obra, como administração, fiscalização, fretes.

Além disso, é necessário que se tenha calculado todos os possíveis danos e acidentes in loco para que já se tenha os valores de indenização. Para isso, deve-se seguir uma sequência dividida em etapas, sendo elas:

- a) **Serviços preliminares:** que incluem a verificação inicial do local, atentando ao acesso a água e energia; a limpeza da área, com a retirada de entulhos e escombros; a confecção do projeto completo; a entrada da equipe de topografia para que seja verificada as medidas e o nivelamento do terreno a ser construído; a colocação da placa da obra, sendo facultativo, seguindo o critério do engenheiro responsável; locação da obra e; construção do canteiro de obras, levantando barreiras que impeçam a circulação de pessoas não autorizadas.
- b) **Processo da fundação no empreendimento:** determinando os tipos de maquinário, a metragem, os tipos de serviço que serão necessários e os materiais para cada serviço, do início ao fim da obra. Após a etapa de fundação, vem a terceira etapa, a de estruturas.
- c) **Definição dos tipos de estrutura:** podendo ser elas pré-moldadas, feita in loco, alvenaria estrutural, além do tipo de material. A seguir, é determinado a quantidade e tipo de formas, escoras, ferragem e concreto que irão atender ao projeto já aprovado do empreendimento.
- d) **Contrapiso e vedação:** definindo o material das paredes que serão utilizados, como bloco de concreto, bloco cerâmico etc., além de contrapiso como concreto e malha de aço.
- e) **Esquadrias:** é definido o tipo de material para as portas e janelas, podendo ser utilizados ferro, madeira, alumínio, entre outros, atentando-se para a necessidade de pintura dos materiais utilizados, que também deve ser quantificado.
- f) **Instalações hidráulicas:** quantificando tubulações e conexões para água quente, fria, esgotos e águas pluviais, juntamente com metais e louças.
- g) **Instalações elétricas:** quantificados os quadros de energia, disjuntores e acabamentos necessários para fixação e melhor estética das instalações elétricas.
- h) **Cobertura e forro:** nessa etapa é definido o tipo de cobertura que será utilizada, se são telhas, gesso, PVC, madeira, estruturas metálicas ou outro tipo de material, além da quantidade necessária de acordo com o projeto e os pavimentos.
- i) **Piso:** Quantidade e materiais adicionais como argamassa, cerâmica, espaçadores, dentre outros.
- j) **Parede:** Escolha dos materiais e adicionais, além da quantificação. Chapisco, emboço e reboco, quando necessário e a finalização com material cerâmico, massa corrida ou tinta.
- k) **Acabamentos externos:** Escolha de materiais e adicionais para construção de muros, pisos, calçada e definição do paisagismo.
- l) **Limpeza final:** Contratar a empresa que ficará responsável pela limpeza de todos os pavimentos e setores da obra, bem como a higienização dos materiais. Quantificar as pessoas necessárias e os materiais.

Todos esses tópicos devem ser incluídos em uma planilha para controle de gastos. A mais recomendada para obras públicas e privadas com financiamento governamental é a Planilha FDE (Fundação para Desenvolvimento da Educação). Nela, são adicionados todos os serviços, os profissionais

necessários para executá-los, os materiais e os valores de gasto com cada um deles, considerando a média estadual.

Segue na Figura 14 um exemplo dessa tabela.

Figura 14 - Planilha FDE

 FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO		TABELA DE COMPOSIÇÃO		Tab. Ref. janeiro/2016 LS: 137,36% BDI: 29,71%	
A tabela oficial é a que se encontra disponível no site: www.fde.sp.gov.br					
Referência	Descrição	UN	Coefficiente	Custo Total	
01.01.001	RETIRANDO A VEGETAÇÃO, TRONCOS ATE 5CM DE DIAMETRO E RASPAGEM.	M2		3,48	
1.01.46	SERVENTE	H	0,20000		
01.01.010	CORTE, RECORTE E REMOCAO DE ARVORES INCL RAIZES DIAM>5<15CM	UN		173,59	
1.01.01	AJUDANTE	H	4,00000		
1.01.55	OPERADOR	H	2,00000		
8.01.87	MOTOSSERRA	H	2,00000		
01.01.011	CORTE, RECORTE E REMOCAO DE ARVORES INCL RAIZES DIAM>15<30CM	UN		269,92	
1.01.01	AJUDANTE	H	4,00000		
1.01.55	OPERADOR	H	2,00000		
8.01.08	RETRO ESCAVADEIRA COM CACAMBA FRONTRA-85HP	H	1,00000		
8.01.87	MOTOSSERRA	H	2,00000		
01.01.014	CORTE, RECORTE E REMOCAO DE ARVORES INCL. RAIZES DIAM>30<45CM	UN		287,87	
1.01.01	AJUDANTE	H	5,00000		
1.01.55	OPERADOR	H	2,00000		
8.01.08	RETRO ESCAVADEIRA COM CACAMBA FRONTRA-85HP	H	1,00000		
8.01.87	MOTOSSERRA	H	2,00000		
01.01.015	CORTE, RECORTE E REMOCAO DE ARVORES INCL. RAIZES DIAM>45<60CM	UN		883,71	
1.01.01	AJUDANTE	H	5,30000		
1.01.55	OPERADOR	H	3,00000		
8.01.08	RETRO ESCAVADEIRA COM CACAMBA FRONTRA-85HP	H	2,00000		
8.01.87	MOTOSSERRA	H	3,00000		
8.01.93	CAMINHAO MUNCK 6 TONELADAS	H	3,00000		

Fonte: FDE (2016)

Na imagem, é possível identificar a referência de jan/2016. Nesta, estão presentes a referência (código do serviço ou material), a descrição (do serviço ou material), a unidade (dimensão, tempo ou quantidade), o coeficiente (valor de referência pela unidade, considerando a média estadual) e o valor total.

Por exemplo, seguindo o primeiro item da tabela, o código do serviço “Retirando a vegetação, troncos até 5cm de diâmetro e raspagem”, identificado na guia referência é 01.01.001. A unidade de referência do serviço é M² e o coeficiente é 0,20. Para esse serviço, o profissional necessário é o servente, com código de referência 1.01.46, unidade por hora e coeficiente de 0,20.

Ou seja, para um servente realizar o serviço de retirada de vegetação, serão pagos 0,20 de uma hora por m² com valor total de R\$ 3,48. Significando que o profissional leva em média 12 minutos para executar o serviço por m², recebendo R\$ 3,48 por m² finalizado. Em uma hora, esse profissional terá realizado em média 5m², equivalente a R\$ 17,40 por hora. Com uma jornada de trabalho comum de oito horas, receberá R\$ 139,20 por dia. Lembrando que esse valor varia de acordo com a região.

Atualmente, o FDE consta com novos produtos técnicos. Já é possível realizar esse tipo de controle através de um Orçamento Virtual da própria plataforma, onde é colocado o orçamento total da construtora e é automaticamente calculado

os insumos, variações de preços e o comparativo de orçamentos para cada serviço, ainda considerando a curva ABC dos serviços. (FDE, 2022)

Todo o gerenciamento com relação aos pré-moldados, desde fabricação até montagem, ficou por conta da equipe especializada. Essa falta de comunicação fez com que eles não tivessem informações o suficiente a respeito da obra para planejar o transporte e a colocação de cada peça.

Ademais, a equipe contratada não tinha experiência com o maquinário. Isso não ficou evidente apenas com o acidente que ocorreu em relação a queda de um dos pilares da obra, mas também com toda a mudança que teve de ocorrer no planejamento das etapas e fases. Por não conhecer as dimensões do guindaste e a metragem do local, houve uma alteração na montagem de forma que tiveram de ser separados os pavimentos e uma etapa adicional se fez necessária.

Como explica Martins (2021), a equipe especializada deveria ter ido ao local de obras assim que ocorreu a contratação e se comunicado com a construtora a respeito da possível troca de maquinário, das condições de estocagem das peças e realizar as alterações em conjunto, como orienta a NBR 9062:2017.

A troca do guindaste acabou ocorrendo, porém foi trocado por um outro guindaste que também não seguia as dimensões recomendadas. O guindaste inicial era de 70 toneladas, o segundo possuía 40 toneladas. A troca também foi responsável pelo atraso e aumento de custo, já que a obra foi planejada para ser executada pelo primeiro, que possui movimentação de carga com maior alcance, além de possuir lança telescópica de até 42m de comprimento e uma complementar de 15m. A Figura 15 mostra o guindaste de 70ton que foi utilizado na obra.

Figura 15 – Guindaste de 70ton



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

Já o segundo, de 40 toneladas, possui lança telescópica de 40m, com lança auxiliar de 15m, possuindo menor alcance e a dificuldade na mobilidade e tempo de obra, já que a movimentação de carga por parte deste em relação ao de 70ton é mais restrita por conta do peso suportado e o tamanho das vigas. Toda a movimentação de içamento do guindaste depende exclusivamente do contrapeso, devido ao braço de força formado ao levantar um objeto.

Quando o guindaste é menor, é preciso maior aproximação do local de fixação da estrutura içada, sendo necessário o patolamento (processo em que se deve utilizar a patola para fixação e alinhamento da máquina para o processo de içamento), que demanda tempo para ser realizado em segurança. Lembrando que toda a troca ocorreu por parte da equipe de pré-moldados, sem intervenção da construtora, então ainda sim o resultado foi um guindaste que, embora menor, não conseguia transitar corretamente pelo local de obras. Caso o peso não seja respeitado, pode ocorrer o tombamento, como na Figura 16.

Figura 16 – Guindaste tombando por excesso de peso



Fonte: RODRIGUES, A (2017)

Outra norma que não foi seguida foi a NBR 16055:2012. As fôrmas foram dimensionadas incorretamente, não sendo aplicadas as tolerâncias e, pelo fato de a obra já estar em atraso, não foram refeitas. Esse problema acarretou necessidade de refazer toda a armação. O erro nas fôrmas somado a posição incorreta das peças no prumo gerou falhas que chegaram a 7 cm.

Outra justificativa às altas falhas após a finalização de algumas estruturas se deu porque todas as medições relacionadas aos prumos foram feitas através de medição manual. Lembrando que as estruturas tinham a partir de 15m de altura. Ademais, as correções estavam sendo realizadas através dos tirantes, quando na verdade deveriam ter sido executadas pela equipe de topografia.

Na Figura 17, pode ser visto como era feita a correção. Os tirantes são travados nos cálices posteriores e amarrados nos pilares, onde são puxados para o prumo para que a equipe realize a concretagem e retirem os tirantes.

Figura 17 – Uso dos tirantes para correção de nivelamento da estrutura



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Ainda sobre o acidente com o pilar que foi derrubado, vale ressaltar o tempo de preparação do concreto que deve ser respeitado ao refazer a peça. Para que o concreto esteja pronto para ser colocado em obra, são necessários pelo menos 28 dias de cura completa.

A fabricação das peças se iniciou baseada na sequência de montagem que estava em escopo (primeiramente fabricados os pilares de todo o edifício), sendo que sete dias depois, quando começaram a ser fabricadas as vigas e lajes, as mesmas já estavam sendo solicitadas na obra, pois a sequência de montagem tinha sido alterada. Até que vigas e lajes atingissem sua cura, foram perdidos sete dias no cronograma de entrega.

Como não houve nenhum acompanhamento na fabricação das peças, como normatiza a NBR 6118:2012, os fabricantes não notaram a diferença nas dimensões, que foram percebidas apenas ao serem colocadas in loco e depois de finalizada a etapa correspondente. Não houve correção. As peças que estavam maiores foram modificadas in loco. A Figura 18 demonstra a abertura na laje realizada pelos profissionais para que houvesse encaixe em um dos pilares e a colocação dos negativos.

Figura 18 – Correção de laje in loco



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Todos esses problemas atrasaram os outros serviços. A logística foi errônea, pois, conforme o atraso das etapas, as peças das fases subsequentes estavam chegando à obra durante a etapa anterior. Não havendo espaço para armazenamento no local, os transportadores tiveram de ficar no local aguardando liberação por períodos que chegaram a 12h. A equipe especializada juntamente com a construtora, percebendo as falhas, deveriam ter realizado novo gerenciamento, o que não aconteceu.

Com isso, os custos de obra aumentaram, já que as equipes estavam recebendo o pagamento, mas havia uma empresa travando o serviço, a de execução dos pré-moldados, então era comum encontrar os trabalhadores sentados durante alguns dias aguardando para começar suas devidas funções, pois constantemente tinham que se retirar do local, como pode ser visto na Figura 19. Mais uma vez, outra norma não foi devidamente seguida. A NR 18 da Construção Civil veda a permanência de trabalhadores in loco, quando suas funções não são compatíveis com a fase da obra.

Figura 19 – Impacto dos atrasos do pré-moldado nas outras frentes de serviço



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2021)

Também faltava na construção uma forma de acompanhar as fases da obra, quais serviços estavam sendo realizados, quais serviços estavam em espera e a previsão de liberação das atividades. O diagrama de Gantt, que segundo DAUDT (2021) é uma ferramenta valiosa para o gerenciamento de projetos, se apresenta como uma solução para esses casos.

A ferramenta auxilia no planejamento e programação de atividades, onde as tarefas são demonstradas através de um gráfico que mostra a data inicial e de término de cada serviço, bem como os agendamentos, prazos e possíveis atrasos. Dessa forma, permite que os demais prazos sejam ajustados para reprogramar os outros serviços.

O diagrama de Gantt é importante para acompanhar em tempo real o andamento da obra. Nele, é possível visualizar entrada e saída da frente de trabalho e, com isso, gerenciar para o não travamento de uma próxima etapa. Caso ocorra algum atraso, torna-se fácil saber os impactos diretos e como minimizar os danos em cadeia.

Esse gráfico pode ser feito de várias formas, porém para ser considerado um gráfico de Gantt é necessário conter a tarefa a ser executada com o período de início e entrega do serviço. Outro ponto importante é a identificação dos dias

totais de cada etapa com fácil visualização e a contagem dos dias de obra até a entrega final.

Apesar de não ser obrigatório, é recomendada a identificação dos dias da semana, a fim de identificar finais de semana e possíveis feriados, pois impacta diretamente no valor a ser pago aos trabalhadores, gerando custos adicionais. Outra visualização que contribui para a gestão do tempo é a das semanas totais dividindo os dias.

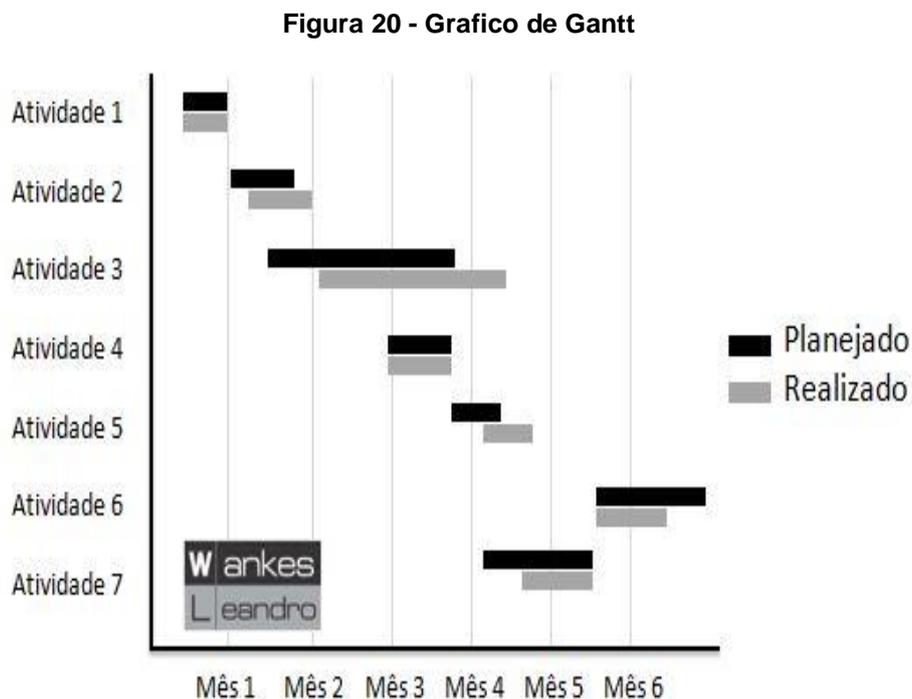
Durante a gestão de um projeto é importante reduzir ao máximo o tempo total de obra de forma segura com os colaboradores seguindo as NR's. Dessa forma, qualquer atraso durante o processo da obra não irá interferir no prazo estipulado inicialmente.

Uma ótima forma de conseguir esse feito é a junção de tarefas que não dependam de outra que ainda está em execução e não prejudiquem as próximas a serem realizadas. Um bom exemplo seria a equipe de gesso não poder entrar no mesmo cômodo onde trabalha a equipe de hidráulica e elétrica, pois só é possível finalizar o forro ou gesso com tubulações e fios passados.

Nesse gráfico, o planejamento torna-se intuitivo ao saber as tarefas que podem ser executadas ao mesmo tempo. Outra vantagem dessa planilha é ser de fácil entendimento. É recomendada que seja impressa no maior formato possível e fixada no canteiro de obra para o acompanhamento de todos os encarregados.

Com isso, todos conseguem acompanhar e gerenciar suas atividades junto aos responsáveis, podendo identificar se estão dentro ou não do prazo estipulado.

Abaixo, na Figura 20 é possível observar um exemplo do gráfico.



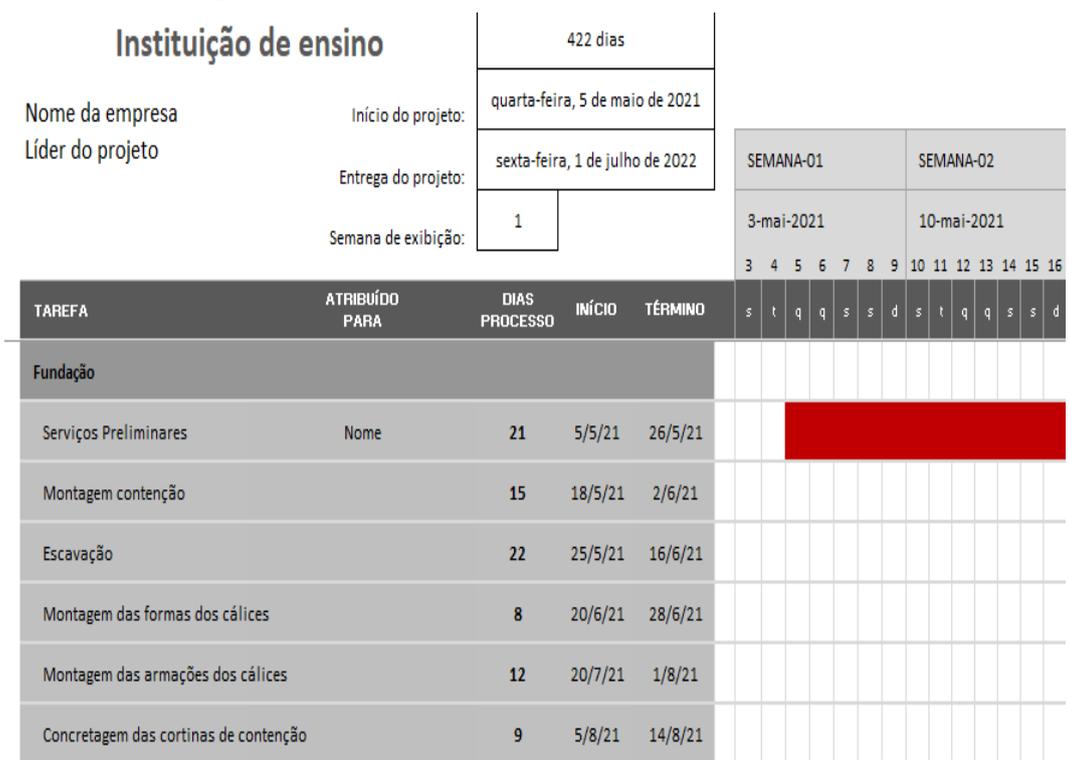
Fonte: LEANDRO, W. (2017)

Segundo o exemplo, as barras pretas representam uma atividade e o tempo que foram planejadas, já as cinzas simbolizam em que tempo as atividades realmente foram realizadas. Assim, é possível que se uma atividade atrase, seja calculada a influência desse atraso em outras atividades e o novo prazo. Como essa tabela não foi empregada na obra em questão, os prazos foram atualizados de maneira que uma atividade teve atualização de tempo e as demais não. Esse diagrama também permite a identificação do responsável atribuído para cada tarefa.

Foi criado um gráfico de Gantt com base nas informações que temos da construção e como ajudaria na diminuição dos atrasos caso tivesse sido seguido. No gráfico, é possível analisar como transcorreu toda a gestão da construção do empreendimento, separando por grupo afim de facilitar a identificação de cada estágio.

A figura 19 demonstra o gráfico com aproximação, para que sejam observados os tópicos utilizados. Já a figura 21 demonstra o gráfico por completo.

Figura 21 – Gráfico de Gantt personalizado com ZOOM



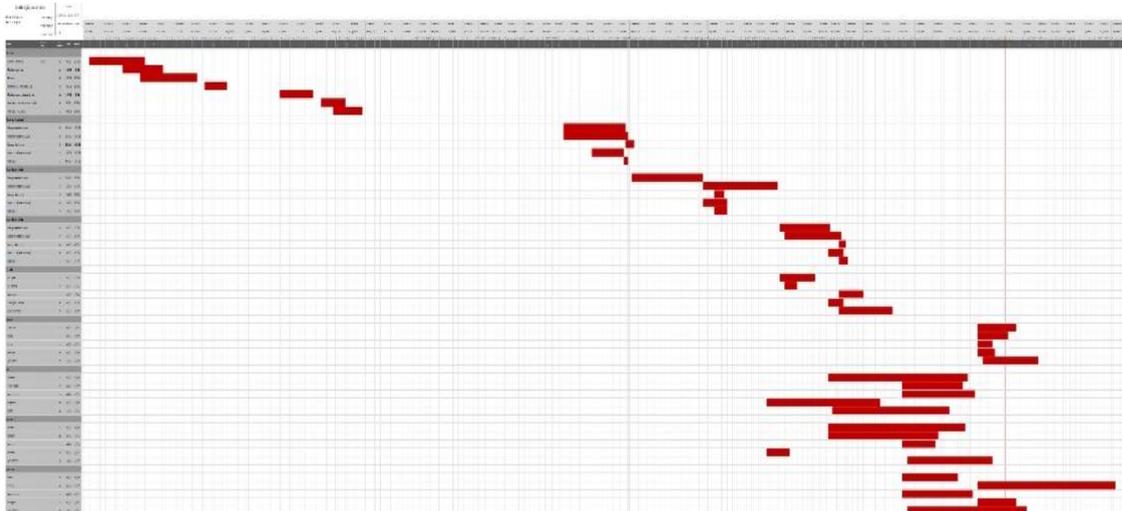
Fonte: PRÓPRIO AUTOR VIA EXCEL (2022)

Na figura 21, pode-se observar que as seções foram divididas de acordo com a atividade, a data de início, o profissional responsável e a data de término. O gráfico foi montado de forma que o período de execução das atividades, demonstrados na cor vermelha, fossem distribuídos semanalmente. As tarefas contidas nesta planilha foram respectivamente:

- a) Fundação, que incluiu serviços preliminares, montagem de contenções, escavação, montagem das formas dos cálices, montagem das armações dos cálices, concretagem das cortinas de contenção e concretagem dos cálices;
- b) Fase 1 do pré-moldado, que incluiu entrega completa das peças, montagem completa das peças, passagem dos tirantes, capeamento e concretagem;
- c) Fase 2 do pré-moldado, que incluiu entrega das peças, montagem das peças, passagem dos tirantes, capeamento e concretagem;
- d) Fase 3 do pré-moldado, que incluiu entrega das peças, montagem das peças, passagem dos tirantes, capeamento e concretagem;
- e) Subsolo, incluindo drenagem, aterramento, poço de recalque, tubulação de incêndio e hidráulica/ elétrica;
- f) *Dry Wall*, com teto/forro, parede, sanca, banheiros e acabamento;
- g) Civil, com alvenaria, tijolo ecológico, revestimentos, carpintaria e beiras;
- h) Instalações, incluindo elétrica e hidráulica, incêndio, prumadas e acabamentos e;
- i) Fase final, incluso pintura, limpeza, revestimentos, paisagismo e acabamentos.

Além disso, o gráfico se inicia na semana 1 (maio de 2021) e termina na semana 67 (agosto de 2022), de acordo com a previsão de entrega possível para a obra. Na figura 22 é possível notar como as atividades foram realizadas. Pode-se perceber claramente, através do hiato das regiões avermelhadas, o atraso causado pelos problemas já citados na obra.

Figura 22 – Gráfico de Gantt personalizado



Fonte: PRÓPRIO AUTOR VIA EXCEL (2022)

O primeiro atraso pode ser encontrado da semana 9 à semana 11, nos serviços de montagem das armações dos cálices. O segundo e maior atraso se refere ao início da etapa 1 do projeto, que durou da semana 17 até a semana 28.

Com isso, é possível identificar que para que a obra mantenha o prazo, vários serviços deverão ser realizados simultaneamente. A equipe de pré-moldados já entregou sua parte no serviço, deixando nas mãos da construtora a finalização do projeto.

A situação atual pode ser observada na Figura 23.

Figura 23 – Situação atual da obra



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2022

A parte que convém aos serviços de beirais, carpintaria e armações foram encerradas. No momento, deu-se início a fase de revestimentos, caixilhos e esquadrias (subsolo em andamento). A estrutura conta com prazo de entrega atual para julho de 2022.

7. Conclusão

Com a análise de todos os itens presentes neste artigo, é possível concluir que grande parte dos problemas apresentados na obra partiram inicialmente da construtora, por não ter havido nenhum gerenciamento de obras eficaz antes da empresa terceirizada de pré-moldados iniciar seus serviços, seguido pela falta de gerenciamento da própria empresa especializada. Ambas não realizaram o planejamento adequado, não se alinharam para discutir as possíveis estratégias de redução de danos e, pior, não seguiram diversas recomendações das normas de construção civil vigentes.

Também pode-se concluir que as planilhas apresentadas, de Gantt e FDE, teriam auxiliado positivamente ambas as empresas no quesito controle de funções e de gastos. O critério limitante deste estudo é não poder realizar a aplicação de ambas as tabelas na obra ou de muitos outros métodos de gerenciamento que poderiam ser aplicados, ainda que esta esteja em processo.

8. Referências Bibliográficas

ABCIC. **Manual de montagem das estruturas pré-moldadas de concreto**. 1º ed., Editora: ABCIC, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9062:2017 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

BARROSO, B. C. **APRESENTAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE FÔRMAS METÁLICAS EM EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL**. Belo Horizonte, 34 p., 2018. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais.

CAMACHO, J. S. **Estudo das vigas: Flexão normal simples**. São Paulo, 43 p., 2015. Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, G. M.; CANHA, R. M. F.; EL DEBS, M. K. **Design of precast columns bases embedded in socket foundations with smooth interfaces**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 4, n. 2, p. 304-323, 2011.

DAUTD, L. Gráfico de Gantt: O Que É, Para Que Serve e Como Fazer? Disponível em: <<https://www.antaesacoplamentos.com.br/blog/grafico-gantt/>> Acesso em: 28 de maio de 2022.

EHRENBRING, H. Z. ORTOLAN, V. BOLINA, F. PACHECO, A. GIL, M. TUTIKIAN, B. F. **Avaliação da resistência residual de lajes alveolares em concreto armado em uma edificação industrial após incêndio**. Revista Matéria, v.22, n.3, 2017.

FDE. LISTAGEM DE PREÇOS. Disponível em: <<http://www.fde.sp.gov.br/PagePublic/Interna.aspx?codConteudo=647&codigoMenu=49&AspxAutoDetectCookieSupport=1>> Acesso em: 29 de maio de 2022.

FDE. São Paulo. Janeiro de 2016. Disponível em: <<https://www.fde.sp.gov.br/>> Acesso em: 29 de maio de 2022.

LEANDRO, W. Quais são os tipos de cronograma. Disponível em: <<https://www.wankesleandro.com/post/tipos-de-cronogramas>> Acesso em: 22 de maio de 2022.

MAPA DA OBRA. TRANSPORTE DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO EXIGE LOGÍSTICA COMPLEXA. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/transporte-de-pre-fabricados-de-concreto-exige-logistica-complexa>> Acesso em: 27 de maio de 2022.

MARTINS, S. A.; VOLSKI, I. **Implantação de sistema de gestão da qualidade em uma empresa de estruturas pré-moldadas em concreto.** In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO., Evento Online. APREPO. Paraná: UTFP – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>> Acesso em: 20 de maio de 2022.

OLIVEIRA, D. F. C. **CONCRETO PRÉ-MOLDADO: PROCESSOS EXECUTIVOS E ANÁLISE DE MERCADO.** Rio de Janeiro, 50 p., 2015. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais.

PASTORE, M. V. F. Contribuição ao projeto de vigas delgadas de seção “L” de concreto pré-moldado. São Paulo, 182 p., 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, A. Caminhão guindaste não suporta peso da carga e quase tomba em Juazeiro do Norte. Disponível em: <<http://blogs.diariodonordeste.com.br/cariri/cidades/juazeiro-do-norte/caminhao-guindaste-nao-suporta-peso-da-carga-e-quase-tomba-em-juazeiro-do-norte/16120>> Acesso em: 22 de maio de 2022.