

UTILIZAÇÃO DE FÔRMAS DESLIZANTES PARA OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO

Matheus Sousa Pinheiro Bastos¹; Lucas Brandão Mota Cavalcanti¹; Pedro Accioly Simões¹;
Domingos Sávio Viana de Souza²

¹Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza.
E-mail: matheusbastos1997@edu.unifor.br; pedroacciolytimos@gmail.com;
lucasbrandaomota@gmail.com

²Docente do Curso de Engenharia Civil – Universidade de Fortaleza.
E-mail: savio@unifor.br

RESUMO

A construção civil é um dos principais ramos que movimenta a economia brasileira. Ela é responsável por gerar renda, por proporcionar empregos e por melhorar a qualidade de vida da população. Todavia, constata-se também que são consumidos uma enorme quantidade de materiais, assim como, são gerados diversos impactos ambientais para o meio ambiente. Este trabalho acadêmico trata do uso da tecnologia de fôrmas deslizantes, em uma obra realizada por uma construtora na cidade de Fortaleza. A edificação possui um pé direito elevado, com uma altura vertical de 126 metros, com 38 tetos, cujos pilares da torre foram projetados com seções circulares e retangulares. O artigo científico mostra referenciais teóricos acerca do funcionamento geral da indústria da construção civil, do estudo de viabilidade de empreendimentos, do uso do concreto armado, dos custos presentes na elaboração de um orçamento e um breve histórico acerca do uso de fôrmas em canteiros de obras. Inicialmente, constatou-se que a utilização das fôrmas deslizantes contribuiu para otimizar o tempo de entrega da obra analisada, todavia, posteriormente, percebeu-se que essa tecnologia estava encarecendo o processo gerenciado pela empresa e que alguns problemas estavam ocorrendo, sendo, portanto, abandonada após um certo tempo.

Palavras-chave: Fôrmas Deslizantes. Estruturas de Concreto. Sistemas Construtivos.

INTRODUÇÃO

Em obras de construção civil, os processos de planejamento e de gestão são extremamente importantes para que um determinado projeto seja concluído com êxito, de forma eficaz e com redução de custos. Nessa área, é necessário planejar e controlar todas as fases. Os pilares de qualidade, de custo e de prazo resumem os principais objetivos que devem ser alcançados para que se tenha sucesso em um empreendimento. Melhado (1994) define projeto como a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução. Já Gus (1996) define projeto como a etapa do processo de construção que busca uma solução que incorpore as necessidades do cliente, através da definição das características do empreendimento, para fins da sua execução. Para Oliveira (2007), o projeto é o modo de juntar materiais e recursos humanos num ambiente de modo a obter o máximo de agregação de valor.

Antes de iniciar uma obra, é preciso realizar o estudo de viabilidade. Para que isso seja feito da forma correta é preciso que, previamente, seja realizada a avaliação das potencialidades comerciais dos produtos imobiliários e o estudo econômico-financeiro do empreendimento. Em

diversos casos, é preciso contar com a assessoria de um arquiteto que conheça bem a lei de zoneamento e de um bom consultor de solos (THOMAZ, 2001).

Para calcular o custo de uma obra é preciso considerar o aproveitamento do terreno, o gabarito máximo, o tipo de produto, a quantidade e a área dos pavimentos, o levantamento planialtimétrico do terreno, o tipo de fundação que será utilizada, a limpeza, a drenagem, o rebaixamento do lençol freático, os testes de sondagem, a terceirização de serviços, o aluguel de máquinas dentre outros (THOMAZ, 2001).

Esse processo assume um importante papel dentro do ciclo de produção da construção civil, pois reduz custos, melhora o desempenho final do produto, minimiza a ocorrência de falhas e otimiza as atividades de execução. Essa fase pode agregar eficiência e qualidade, sendo fundamental para o empresário que está custeando o empreendimento (AVILA, 2010). Romano (2001), afirma que esse momento exerce enorme influência em todas as áreas de uma organização pois, apesar de representar apenas cerca de 5% do custo total, influencia em cerca de 70% o seu custo inicial e em cerca de 90% do custo do ciclo de vida total. O mesmo autor afirma que isso pode ser determinante para cerca de 70% a 80% da produtividade e está associado a cerca de 40% de todos os problemas de qualidade.

Fabício (2002) afirma que no processo de construção de edifícios, vários agentes participam ou tem interesse indireto no andamento do empreendimento, como o dono do negócio, o incorporador do terreno, o agente financeiro, o poder público por meio das regulamentações financeiras e de ocupação do solo, os diversos projetistas e consultores contratados, a construtora responsável pela obra, os subempreiteiros de serviços e mão-de-obra, os fornecedores de materiais e equipamentos, os clientes e os usuários dos edifícios. Assim, o processo de concepção e de desenvolvimento deve ser abordado com abrangência compatível à complexidade dos empreendimentos de construção com suas múltiplas dimensões, agentes e interesses (AVILA, 2010).

Todos os serviços realizados em um canteiro de obras têm um impacto no custo final do empreendimento, por exemplo, a estrutura, a alvenaria, a cobertura, os revestimentos de fachada, pinturas, impermeabilizações dentre outros. A força de trabalho, na indústria da construção, representa de 25% a 50% do custo total do projeto (ALINAITWE; MWAKALI; HANSSON, 2005).

Em todas as obras de construção civil várias estruturas são feitas utilizando o concreto. Este último não é adequado como elemento resistente pois, apesar de ter uma boa resistência a compressão, pouco resiste a tração. Consequentemente, para aumentar a resistência de uma viga/pilar é importante associá-lo a um material que tenha boa resistência à tração e que seja mais deformável, no caso o aço, que deverá ser colocado longitudinalmente na região tracionada da peça, formando assim o concreto armado (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2014).

A tecnologia de fôrma se iniciou a partir do final da década de 60. A sua utilização objetivava otimizar os custos através da melhoria da produtividade e do menor consumo de materiais com o aumento do reaproveitamento dos mesmos. A fôrma é um molde provisório que serve para dar ao concreto fresco a geometria e a textura desejada, e de cimbramento, todos os elementos que servem para sustentá-lo até que atinja resistência suficiente para auto suportar os esforços que lhe são submetidos. O sistema de fôrma é o conjunto completo dos elementos que o compõe, incluindo a própria fôrma, elementos de cimbramento, de escoramento remanescente, equipamentos de transporte/apoio/manutenção dentre outros. Pode-se confeccionar todo ou parte dele no canteiro de obras, necessitando, por exemplo, de uma chapa compensada, de madeiras serradas, de pregos, ferramentas de carpintaria dentre outros (ASSAHI, 2005).

A fôrma deslizante é uma variável à fôrma trepante, método convencional na construção de silos, chaminés de equilíbrio e de reservatórios elevados. Consiste em duas fôrmas com altura que pode ter entre 1,0 e 1,2 metros, sobrepostas e espaçadas conforme as dimensões da estrutura a ser concebida e unidas por cavaletes que mantêm a sua posição. À medida que o concreto vai sendo derramado e obtendo certa rigidez, os macacos hidráulicos são acionados e os painéis são içados progressivamente. O concreto endurecido serve também como sustentação para a estrutura da fôrma (COSTA, 2014).

Ademais, este trabalho acadêmico objetiva apresentar uma aplicação da tecnologia de fôrmas deslizantes em uma obra realizada em Fortaleza, com todos os seus desdobramentos, as suas vantagens e desvantagens, assim como, os motivos que culminaram para que no decorrer do empreendimento, o seu uso fosse descartado, apesar da otimização do prazo de entrega do projeto.

METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foi utilizada como estratégia de pesquisa um estudo de caso, ao analisar todas as etapas de utilização da tecnologia de fôrma deslizante na obra estudada. Trata-se de um edifício vertical de pé direito elevado, com altura total de 126 metros, com 38 tetos, cujos pilares da torre foram projetados com seções circulares e retangulares. Após isso, buscou-se referenciais teóricos para dar um maior embasamento a este artigo científico.

Para realizar a concretagem das lajes, das vigas e dos pilares foi utilizado um concreto com resistência de 31 MPa aos 7 dias e de 45 MPa aos 28 dias sendo, portanto, de resistência considerável, ainda que, segundo a ABNT NBR 8953:2009, que classifica um Concreto de Alta Resistência (CAR), ele não receba essa classificação. A norma abrange concretos de resistência de 20 MPa até 50 MPa, com intervalos de 5 MPa, pertencentes a classe I. Já a classe II, considerada a classe para os CAR, especifica os concretos de 55 MPa até 80 MPa (55, 60, 70 e 80 MPa). Posto isso, deve-se classificá-lo como sendo da classe I. Em geral, a diferença básica entre a resistência obtida neles está baseada na redução da relação água/cimento, que irá resultar na sua alta resistência característica.

Na realização do método estudado, foram empregados como principais componentes do sistema de fôrmas o macaco hidráulico, os andaimes, os barrões, os cavaletes e os painéis. Essencialmente, a fôrma deslizante era elevada pela utilização dos macacos hidráulicos auxiliados pelos barrões (que possuíam um certo diâmetro), difundindo para a fundação todo o peso da estrutura. Outro ponto vital para a realização desse processo foi a instalação de dois andaimes ou plataformas superiores e inferiores. Os primeiros foram necessários para as etapas de armação e de conferência e os segundos foram utilizados com a finalidade de realizar o acabamento do concreto no decorrer da elevação da fôrma. A Figura 1 e a Figura 2 mostram como todo o procedimento foi realizado.

Figura 1 – Estrutura de concreto feita na obra com o sistema de fôrma deslizante.



Fonte: Construtora estudada (2019).

Figura 2 – Operário trabalhando no canteiro de obras com o sistema de fôrma deslizante.

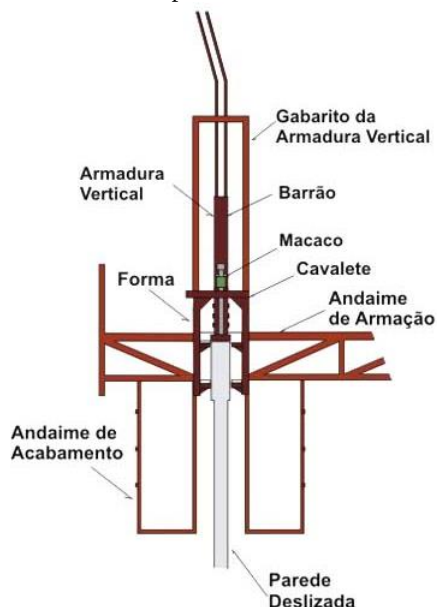


Fonte: Construtora estudada (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na obra estudada, inicialmente, nas primeiras oportunidades em que o processo foi utilizado e observado, o conjunto de fôrmas deslizantes foi viabilizado pela direção do empreendimento. Isso ocorreu, prioritariamente, pela rapidez e pela economia que isso poderia trazer para otimizar o prazo de entrega da construção. Todavia, foram observadas também outras virtudes, como a questão da oportunidade de um acompanhamento para verificar o adensamento dos pilares (feito por uma equipe especializada), sendo depois visto que isso foi feito de forma precisa e eficaz. De fato, no momento em que os colaboradores se estabeleciam na plataforma de fôrma, eles teriam menores alturas para, durante e imediatamente após o lançamento do concreto, utilizarem os vibradores de imersão. A Figura 3 mostra uma ilustração que representa o sistema de fôrmas deslizantes utilizado na obra estudada.

Figura 3 – Representação esquemática do sistema de fôrmas deslizantes para os pilares da construção analisada pelo estudo de caso



Fonte: Autores (2019).

Na execução do sistema de fôrmas deslizantes, no edifício em questão, para os pilares do 2º teto, foram empregados concretos cujo ensaio de abatimento (*slump test*) apresentou um resultado de 14 +/- 2 (mm), o fator de água/cimento estava em 0,5, sendo utilizados dois tipos de aditivos. Segundo Isaia (2007): “A incorporação de outros elementos no concreto, como aditivos, adições minerais, pigmentos e fibras e o uso de técnicas de execução diferenciadas, como a cura a altas temperaturas e pressões, permitem a obtenção de concretos de última geração, que poderiam, teoricamente, atender a qualquer solicitação de projeto, permitindo a execução de estruturas esbeltas, duráveis e seguras para o usuário final.”

O primeiro aditivo utilizado foi o superplastificante, que é usado para atingir valores de *slump* maiores, sem o uso de água, para que não fosse elevada ainda mais o consumo de cimento. Consequentemente, isso diminuiria o fator água/cimento (a/c). O aditivo polifuncional foi usado na obra para promover a aceleração de artefatos de cimento, tais como o concreto.

Para realizar um diagnóstico mais preciso das causas e das manifestações patológicas verificadas, foram realizados ensaios de resistência à compressão de corpos de provas de concreto e um ensaio de ultrassom em um dos pilares da torre. A partir dos ensaios laboratoriais,

constatou-se que era necessário controlar o tempo de pega e otimizar a compatibilização de aditivos e materiais. Após esse episódio, a responsável pelo fornecimento do material analisou e estudou possíveis mecanismos para fornecer um concreto que desempenhasse as funções necessárias para a utilização de fôrmas deslizantes. Para a composição dos pilares nos lances subsequentes, o traço sofreu várias mudanças, por exemplo, em relação aos teores de aditivo, porém, mantendo os dois previamente utilizados e com variações positivas no teor de argamassa. A Figura 4 mostra um exemplo de patologia observada na obra estudada.

Figura 4 – Patologia de construção observada no pilar de número 14, com o sistema de fôrmas deslizantes



Fonte: Construtora estudada (2019).

No transcorrer da execução dos lances posteriores, notou-se uma melhora na qualidade do concreto utilizado pelo método das fôrmas deslizantes. Consequentemente, isso proporcionou um maior dinamismo e fez com que fosse possível dar uma continuidade nas elevações das peças estruturais citadas anteriormente. Para todas elas foram realizadas o respectivo controle de concretagem. Este tipo de procedimento é importante para verificar o andamento correto de uma obra de construção civil.

Embora tenha sido constatado uma otimização do processo de fôrmas deslizantes no edifício, foram verificadas muitas dificuldades que se tornaram constantes durante a execução do método. A empresa contratada para a realização do serviço, desempenhava o seu trabalho com um encarregado e um auxiliar especializado na confecção e na execução de fôrmas deslizantes. Estes eram os responsáveis pelo nivelamento, pelo controle do prumo e pelo processo de elevação do sistema pelos macacos hidráulicos. Contudo, notou-se que os colaboradores, em sua maioria, nunca tinham trabalhado com esse tipo de processo, dificultando assim, uma execução de pilares com qualidade e excelência.

Foi verificada diversas não conformidades com o transcorrer da execução da edificação. Processos como o de limpeza da fôrma não estavam sendo praticados da forma correta, consequentemente, viabilizando a formação de camadas de crostas de concreto dentro da própria fôrma, como também, de pedras ou de bolas de concreto que, na elevação da mesma, acabavam ocasionando juntas frias nos pilares.

Esses acontecimentos atrasavam toda a logística de concretagem e, consequentemente, incidiam sobre o cronograma estrutural da obra e prejudicavam o seu andamento, para o correto cumprimento do prazo de entrega. Diante dos imprevistos citados, a empresa contratada para

os serviços de estrutura decidiu no mês de junho, quando estava no 5º teto do edifício, não dar continuidade ao método. Isso modificou todo o processo de concretagem dos pilares e, em decorrência desse fato, a direção do empreendimento decidiu optar pelo uso de fôrmas convencionais no restante dos lances subsequentes.

CONCLUSÕES

Ademais, diante do exposto, conclui-se que a tecnologia de fôrma deslizante é bastante vantajosa em edificações com um pé direito elevado e que possuam muitos pavimentos, assim como, em otimizar o tempo de entrega do empreendimento no prazo estipulado. Em muitos casos, é necessário contratar uma mão de obra especializada, terceirizar a realização de certos tipos de serviços, realizar ensaios laboratoriais de verificação da qualidade dos materiais e da análise de patologias construtivas dentre outros. Contudo, apesar de todas essas questões, constatou-se, por meio deste estudo de caso, que o sistema de fôrmas deslizantes se trata de um método construtivo que agrega muitos benefícios em um canteiro de obras. Por fim, acredita-se que esse mecanismo, por ter sido adaptado a partir do uso em construção de caixas d'água e de silos, deve ser aprimorado por meio de pesquisas, para que possa ser utilizado devidamente em uma obra de construção civil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade de Fortaleza por ter aberto para nós a oportunidade de vivenciar uma incrível experiência no grupo de pesquisa Inovação e Gestão em Tecnologias das Construções (IGTC), do curso de engenharia civil e de arquitetura e urbanismo, dirigido pelo Prof. Domingos Sávio Viana de Souza e pela Profa. Madalena Osório Leite. Ademais, agradecemos os professores orientadores por todo o auxílio, por todo o aconselhamento e por todo o conhecimento compartilhado, assim como, a todos os colaboradores da obra estudada que contribuíram para a realização deste trabalho acadêmico.

REFERÊNCIAS

ALINAITWE, H.; MWAKALI, J.; HANSSON, B. **Labour Productivity in the building industry. Joint CIB International Symposium of W055, W065, W089, W118, TG76, TG78, TG81 and TG84**, p. 210–220, 2005.

ASSAHI, P. N. Sistema de fôrma para estrutura de concreto / Concreto-Ensino, pesquisa e realizações (G.C. Isaia; São Paulo: IBRACON, 2005): p. 407-437.

AVILA, Ticiania Camilo Frigo. **GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO PROCESSO EM DUAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DE FLORIANÓPOLIS**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Cap. 2.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. 4. ed. São Carlos: Edufscar, 2014. 415 p. Segundo a NBR 6118:2014.

COSTA, Rafael Nunes da. **PROCESSO CONSTRUTIVO PELO MÉTODO DE FORMA DESLIZANTE EM MADEIRA**. 2014. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014. Cap. 4.

GUS, M. **Método para a Concepção de Sistemas de Gerenciamento da Etapa de Projetos da Construção Civil: um estudo de caso em empresa de incorporação e construção de edifícios em Porto Alegre**. Porto Alegre, 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 150p.

ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2007. v.1.

MELHADO, S. B., **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios; Aplicação ao Caso de Empresas de Incorporação e Construção**. Tese de Doutorado, São Paulo, EPUSP, 1994.

NBR 8953: Concreto para fins estruturais. Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

OLIVEIRA, R. **Qualidade do Projeto**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DA GESTÃO DA QUALIDADE DE PROJETO. Anais. Curitiba, 2007.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo integrado de edificações**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de produção, UFSC, Florianópolis.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001. 450 p.