ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO CICLO DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM USO DE MESAS VOADORAS

TELH, V.M. , PAGNUSSAT, D.T.

ABSTRACT

The aim of this research is to analyse the execution of concrete structures of a 25 floors residential buildings, analysing the schedule that was not developing in the expected time, generating delays for programmed activities. The focus of the study was to identify the main factors that influence the process of the building cycle, and when possible propose improvements. The method adopted for this study includes a theoretical basis that contemplates the technological procedure adopted in the work, such as the use of flying deck formwork and prestressed slabs. In addition, methods of planning and production control were analysed, allowing a greater understanding of the organization of all the activities involved in the executive process. Results showed that the flying of deck formwork, the assembly of reinforcements and the pillars forms had taken average twice the expected time.

***Keywords**: Flying Deck Formwork. Construction Cycle. Planning.*

1 INTRODUÇÃO

A logística de serviços em canteiro de obras envolve a gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados a execução das atividades. Essas atividades abrangem o planejamento detalhado do fluxo de serviços (e o seu controle); a gestão da interface entre os agentes que interagem no processo de construção e a gestão física do local de construção (localização, transportes internos, áreas de armazenamento e requisitos de gestão de segurança do trabalho) (BATAGLIN, 2017; SERRA; OLIVEIRA, 2003).

A incorporação de novas tecnologias exige melhorias gerenciais. Ainda que seja evidente a importância dos aprimoramentos tecnológicos para a redução dos ciclos de produção, é importante afirmar que as soluções de maior impacto para equilibrar velocidade e qualidade estão relacionadas à gestão dos processos (NAKAMURA, 2010).

Nas obras objetos deste estudo (quatro torres de vinte e cinco pavimentos cada), foram executadas lajes de concreto protendido em todos os pavimentos tipo, com o auxílio de mesas voadoras para a execução das formas e escoramentos. A obra está localizada no município de Caxias do Sul/RS. Após estudos técnicos preliminares o ciclo total das lajes pelo tipo de tecnologia empregada deveria ser de cinco dias trabalhados, porém em muitos casos durante a execução foram necessários no mínimo sete dias úteis, ou mais. Evidenciou-se a necessidade de um controle que identificasse os fatores que pudessem estar interferindo no cronograma de execução das lajes. Assim, o objetivo deste trabalho consistiu em diagnosticar e analisar em campo os fatores que influenciaram o processo de construção destas lajes. A

partir do diagnóstico realizado, foram propostas melhorias a serem implementadas.

A laje plana tensionada é um sistema utilizado no Brasil há mais de 15 anos, conforme Gama, Gomes e Rogério Filho (2011). Os autores ainda complementam que nesse sistema é possível que o tempo de execução de uma laje seja de cinco dias e a utilização de mão de obra seja reduzida em até 70%, pois o sistema possibilita a redução do número de pilares, consumo de aço e de fôrmas, e facilita o uso de tecnologias industrializadas.

Para a sequência executiva, montam-se as formas da laje, com a posterior colocação da armadura positiva. As cordoalhas, que são engraxadas e plastificadas para proteção contra corrosão, são lançadas sobre as formas, seguidas do posicionamento das ancoragens passivas. É realizada a marcação do posicionamento das ancoragens ativas nas formas de borda, para então furar e fixar as ancoragens e os nichos de protensão. As cordoalhas são finalmente reposicionadas e amarradas conforme definido no projeto executivo e posteriormente é realizado o posicionamento das armaduras de fretagem e negativas.

Por sua vez, as mesas voadoras ou plataformas gigantes, conforme Tedesco (2010), são sistemas de escoramento indicadas para obras com pavimentos repetidos. São formadas por diversas treliças de alumínio de alta resistência, que apresentam como grande vantagem sua única montagem. Segundo Vasconcelos et al. (2011), exercem ao mesmo tempo a função de forma para execução das lajes e o escoramento inicial. Após a concretagem, a mesa pode ser retirada e deslocada por grua até o pavimento superior para execução da laje seguinte. A mesa já é composta com o assoalho, feito com chapas de compensado plastificadas, que aumenta a produtividade, pois elimina sua colocação a cada pavimento. A mesa içada pela grua é reposicionada na laje superior sobre suportes móveis que devem se localizar de maneira que a mesa fique o mais próxima possível da sua posição final, explicam os autores Vasconcelos et al. (2011). Com 40 kg/m² as mesas voadoras demandam aproximadamente 0,20 Hh/m² para montagem e desmontagem. Em uma hora uma equipe de seis operários desforma, transporta e posiciona, de forma alinhada e nivelada, até 30 m² de fôrmas.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, é apresentado, inicialmente, a caracterização do objeto de estudo. O levantamento de dados técnicos é citado na sequência, com os detalhes para a execução e atividades que compõem o ciclo da estrutura de um pavimento tipo. Em seguida, é realizada a avaliação dos procedimentos e a análise das falhas do processo. Foram comparadas as atividades previstas com as realizadas de cada torre individualmente observando a produtividade, o ritmo e a quantidade de trabalhadores que atuaram na execução das estruturas. Alguns fatores isolados que interferem na produtividade da obra foram analisados, com

proposição de melhorias, como o projeto dos arremates entre mesas, facilitando e agilizando a execução das lajes protendidas. O período de análise foi de quatro meses de execução da obra.

2.1 Objeto de Estudo

A obra constitui-se em quatro torres residenciais, totalizando uma área de 106.800,40m² construídos. Sua disposição vertical é formada por três pavimentos de garagens sobressolos, térreo, 25 pavimentos tipo e Casa de Máquinas. A figura 1 ilustra a implantação do empreendimento.

Figura 1 – Implantação do Empreendimento



Fonte: dados da construtora estudada

2.2 Dados Técnicos da Execução das Lajes

O cronograma inicial da obra estipulava que o ciclo das lajes deveria ser de cinco dias trabalhados, o qual após algumas tentativas sem sucesso foi repensado e reprogramado pela construtora. Com base nos projetos estruturais, a empresa responsável organizou o cronograma ideal da execução a estrutura dos pavimentos tipos da seguinte maneira:

No primeiro dia eram locados e instalados os colarinhos dos pilares. O segundo dia era dedicado à montagem dos pilares com formas industrializadas, onde a forma era montada no térreo e subia até o pavimento através da grua; nesse processo também ocorria a montagem dos núcleos de rigidez (os pilares verticais em H que compõem peças chave na estrutura da edificação). A concretagem dos pilares e núcleos de rigidez era efetuada no terceiro dia. A desforma dos elementos estruturais verticais ocorria no quarto dia, juntamente com o voo das mesas voadoras, isto é, montagem das formas industrializadas estilo deck das lajes, no pavimento superior através de gruas. O quinto dia organizava a montagem do assoalho

entre os vãos das mesas voadoras, a marcação dos furos de elétrica e hidráulica, a montagem dos espelhos e da armadura positiva. No sexto dia eram montados os cabos de protensão e iniciava a montagem da armadura negativa. No sétimo dia terminava a montagem da armadura negativa, junto com a limpeza do assoalho e concretagem da laje.

Esse seria o cronograma considerado ideal. Entretanto, iniciada a elevação dos pavimentos nas diferentes torres, com diferentes equipes, foi observado uma média de um ciclo, entre as lajes, antes do início desta pesquisa em torno de até 12,5 dias trabalhados. Sendo assim passaram a ser observadas as atividades para identificar onde estavam ocorrendo as falhas que resultavam no retardamento no ciclo das lajes.

3 RESULTADOS

A partir do levantamento dos ciclos das atividades foi realizado um gráfico, conforme a Figura 2, comparando a quantidade de lajes realizadas nas quatro torres e a produtividade prevista durante os quatro meses no período analisado. Observou-se que a torre que apresentava maior atraso na execução da estrutura era a Torre Benessere.

Figura 2 – Gráfico comparativo entre lajes previstas e realizadas durante os quatro meses de análise



Fonte: do autor

Inicialmente, pode-se verificar que no período 37% dos dias de execução da obra apresentaram chuva, isto é, a cada três dias de trabalho em pelo menos um dia choveu. Entretanto, essa não foi identificada como a causa única ou principal para os atrasos.

Com base nos diários de produtividade pode-se fazer um comparativo entre as torres, observando qual estava consumindo mais tempo na execução.

Para tal, o gráfico apresentado na Figura 3 relaciona para cada torre, de janeiro a abril, a média total de dias dos ciclos. Observa-se que nenhuma conseguiu cumprir o tempo de execução ideal estipulado.

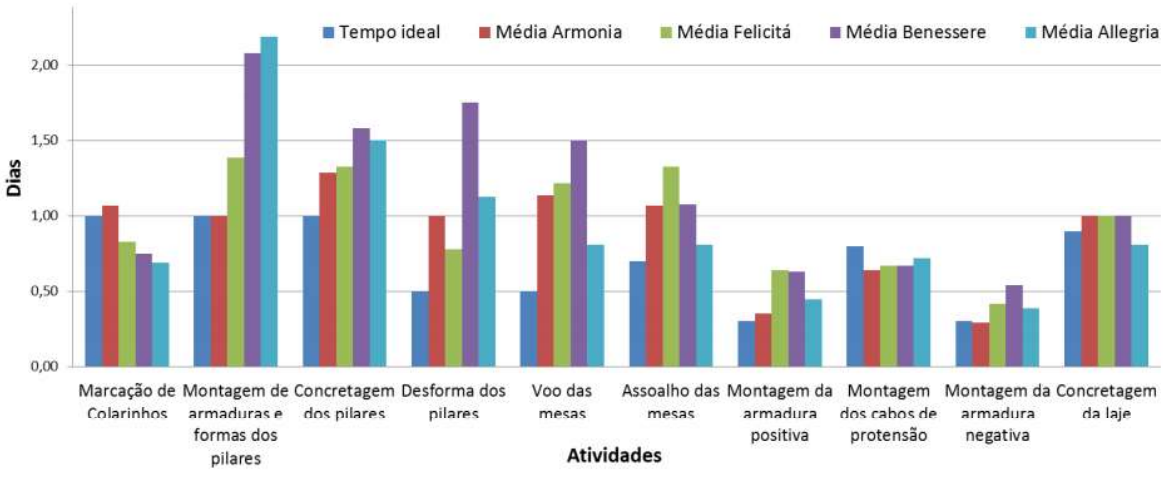
Figura 3 – Total de dias médios dos ciclos de laje das obras estudadas



Fonte: do autor

Além da análise de produtividade, foram comparados os tempos de execução das principais atividades nas torres, como mostra a Figura 4. Verifica-se que a torre Armonia segue por mais vezes a linha do tempo ideal, acompanhada pela torre Allegria. Afastada da meta ideal, a torre Benessere consegue apenas em duas etapas, realizar atividades no tempo previsto. De modo geral observa-se que as atividades que sofreram o maior desvio foram a montagem das armaduras e formas dos pilares, a desforma dos pilares e o voo das mesas, levando em muitas das vezes o dobro do tempo previsto.

Figura 4 – Comparação entre o tempo das atividades para execução do pavimento

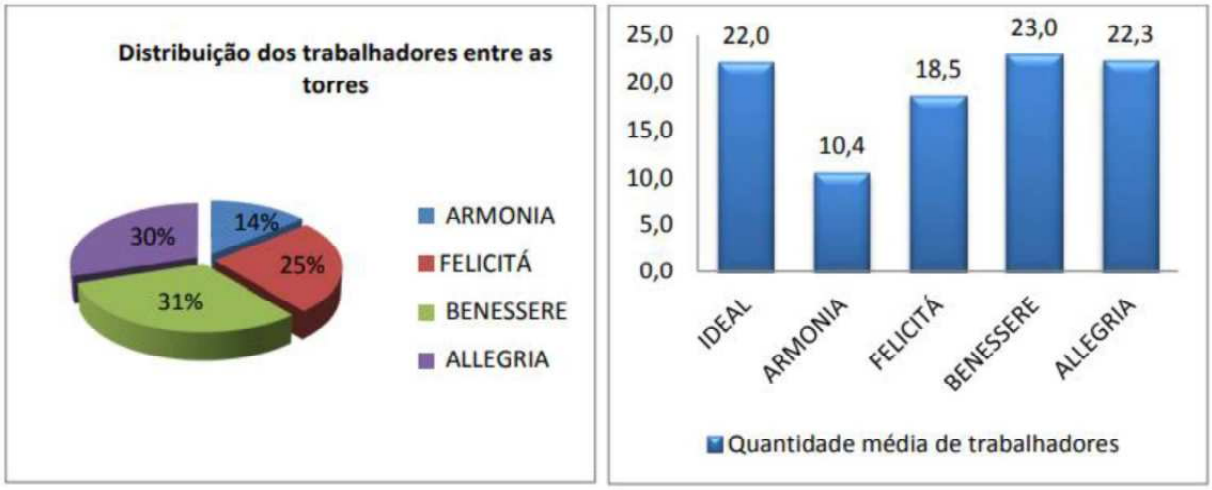


Fonte: do autor

Após o estudo das atividades se observou a necessidade de verificar o histórico de trabalhadores que comparecem às tarefas em cada torre, no período analisado.

Obteve-se a média de trabalhadores em cada torre, e concluiu-se que a distribuição se apresentava de forma desigual (Figura 5). Enquanto a quantidade de trabalhadores era menor nas torres Armonia e Felicitá, o número de funcionários nas torres Benessere e Allegria foi acima do estimado. A torre Benessere apresentava a maior quantidade de trabalhadores, porém esse fator não foi revertido em ganho de ritmo, uma vez que é a torre com maior atraso no tempo das atividades do ciclo.

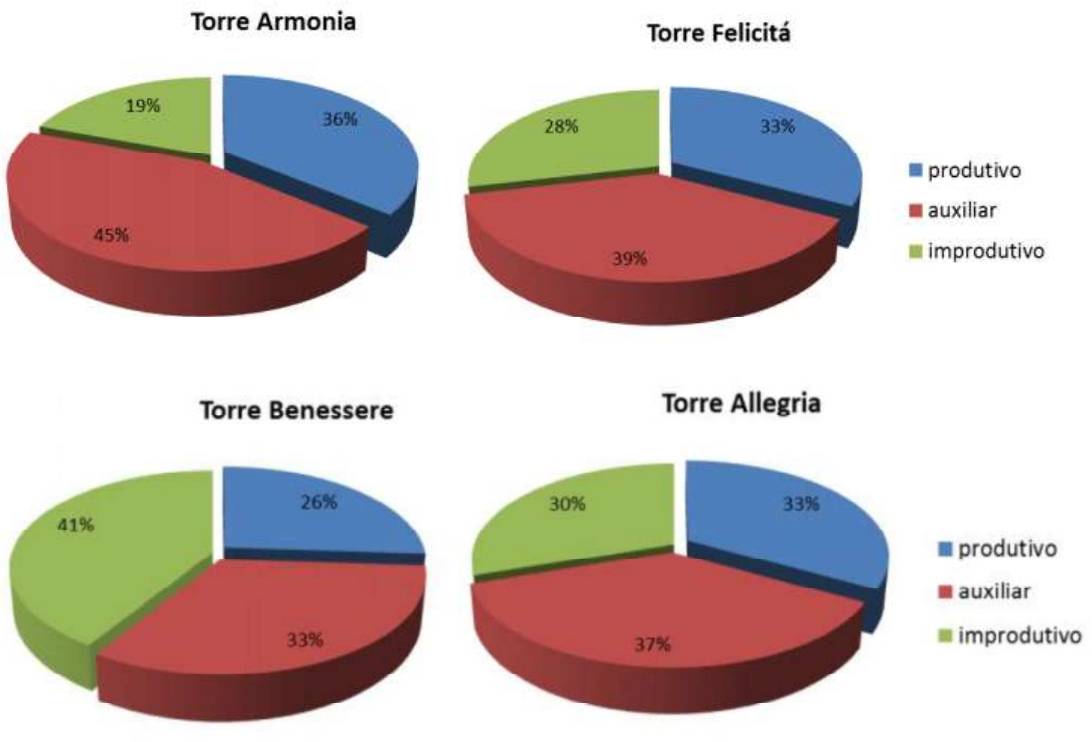
Figura 5 – Distribuição de trabalhadores nas torres e quantidade média de trabalhadores em cada torre



Fonte: do autor

Optou-se então por estudar a produtividade dos trabalhadores em cada torre. Foram observadas as etapas produtivas, improdutivas e auxiliares desde a colocação dos colarinhos até a concretagem das lajes, durante duas semanas. Os dados estão descritos na figura 6.

Figura 6 – Resultado da amostragem dos tempos de trabalho nas torres



Fonte: do autor

Na torre Benessere, o período produtivo foi o de menor tempo e o improdutivo de maior percentual. Isso faz com que os ciclos das lajes apresentem demora quando comparados à torre Armonia por exemplo. Uma avaliação dos trabalhadores, selecionando ou relocando conforme necessidade da execução poderia solucionar essa questão.

4 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Com base no acompanhamento da execução e dados levantados, concluiu-se que os fatores que interferiram no processo executivo foram: chuva ou neblina em 37% dos dias em Caxias do Sul, apontando o tempo como um fator considerável, mas não único; voo das mesas, montagem de armaduras e formas de pilares levando em média o dobro do tempo previsto. Dentre essas etapas foi constatado que a madeira utilizada nas mesas apresentava má qualidade, e o conserto desses assoalhos era o causador do atraso. O mesmo foi verificado na madeira dos arremates entre mesas, e a falta de planejamento do posicionamento causava atrasos. Para solucionar essa questão, foi elaborado um projeto para arremate dos assoalhos entre mesas, facilitando a localização das peças, e implementado pela empresa. A pesquisa indicou que a torre Benessere foi a que apresentou maior atraso, mesmo com o maior número de trabalhadores. O tempo predominante da mão de obra foi improdutivo, e com base nisso

sugeriu-se uma seleção ou remanejo dos funcionários para aumento da produtividade na torre.

REFERÊNCIAS

BATAGLIN, F. S. **Modelo para gestão dos processos logísticos em obras de sistemas pré-fabricados Engineer-to-order.** Porto Alegre, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

GAMA, C.; GOMES, L.; ROGÉRIO FILHO, O.; Lajes Planas Tensionadas - TECHNE - REVISTA DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO. São Paulo: PINI, 2011. Edição 167. Mensal.

NAKAMURA. J. Mobilização de Canteiro – Construção Mercado editora PINI 2010. Disponível em: http://construcaomercado.pini.com.br/negocios incorporacaoconstrucao/107/artigo298885-1.aspx (acesso: 10/02/2017)

SERRA, S. M. B.; OLIVEIRA, O. J. Development of the logistics plans in building construction. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRUCTURAL AND CONSTRUCTION ENGINEERING, 2., Rome, 2003. **Proceedings...** Rome, 2003.

TEDESCO, C. Execução de Lajes de Concreto Protendido Moldado 'in loco'. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2010. Monografia da disciplina de Laboratório de Arquitetura e Urbanismo.

VASCONCELLOS, A; INÁCIO JÚNIOR, A; AMORIM, L; MORETTI, R. Melhores práticas Mesas Voadoras - TECHNE - REVISTA DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO. São Paulo: PINI, 2011. Edição 169. Mensal.