



2023

Takt Time: Estudo de Caso no Acompanhamento Físico de um Empreendimento Imobiliário.

Beatriz Furuya Dias ^a; Valéria Ramos Baltazar Quevedo ^b

^a Aluna de Graduação em Engenharia Civil, beatriz.furuya@ufms.br

^b Professor Orientador, doutora, valeria.baltazar@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

A construção civil tem função imprescindível dentro da economia brasileira. Tal setor possui grande relevância e responsabilidade na movimentação financeira e no desenvolvimento econômico do país. É perceptível o alto índice de desperdícios, retrabalhos e oportunidades de melhoria no controle de estocagem, na sequência e no acompanhamento das atividades dentro do setor. Nesse caso, o *Lean Construction* (construção enxuta) surge como uma ferramenta para auxiliar no planejamento e acompanhamento das atividades. O *Lean Construction* é uma metodologia aplicada nas atividades do setor construtivo, cujo objetivo é gerar valor, aumentando a qualidade, reduzindo custos, eliminando desperdícios e estabelecendo um prazo rígido de execução. Este artigo retrata um estudo de caso de um empreendimento residencial de 25 pavimentos de alto padrão no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. É feita a análise do princípio *Lean Takt Time*, que consiste no tempo necessário a ser empregado na produção de determinado produto, aplicado nesse empreendimento. Utilizando software de planilha gráfica, elaborou-se cronogramas baseados no diagrama de Gantt, permitindo a visualização clara das atividades e suas interdependências. Comparando o prazo esperado com o real, mapearam-se atrasos e antecipações, buscando compreender as causas e sugerindo ferramentas para otimizar a produção. Por fim, procurou-se demonstrar a eficácia da aplicação de conceitos do sistema Toyota de produção, originalmente direcionados à produção industrial, dentro do contexto da construção civil.

Palavras-chave: Construção enxuta, *Takt time*, Cronograma, Construção Civil.

ABSTRACT

Civil construction has an essential role within the Brazilian economy. This sector has great relevance and responsibility in the financial movement and economic development of the country. The high rate of waste, rework, and opportunities for improvement in storage control, sequence, and monitoring of activities within the sector is noticeable. In this case, Lean Construction emerges as a tool to assist in planning and monitoring activities. Lean Construction is a methodology applied to activities in the construction sector, whose objective is to generate value, increasing quality, reducing costs, eliminating waste and establishing a strict execution deadline. This article portrays a case study of a high-end 25-story residential development in the municipality of Campo Grande, Mato Grosso do Sul. The Lean Takt Time principle is analyzed, which consists of the time necessary to be used in the production of a given product, applied in this enterprise. Using graphical spreadsheet software, schedules were created based on the Gantt diagram, allowing clear visualization of activities and their interdependencies. Comparing the expected deadline with the actual one, delays and anticipations were mapped, seeking to understand the causes, and suggesting tools to optimize production. Finally, we sought to demonstrate the effectiveness of applying concepts from the Toyota production system, originally aimed at industrial production, within the context of civil construction.

Keywords: Lean construction, Takt time, Timetable, Civil Construction.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de planejamento *Takt Time*, inicialmente utilizado na indústria manufatureira, tem se destacado na construção civil. Considerado um dos principais pilares da filosofia *Lean*, consiste em ajustar a produção conforme a demanda, evitando desperdício

e escassez. O *Takt* busca a sincronização da produção com a demanda, produzindo apenas o necessário. Dentro desse método, é possível observar os conceitos de método e puxada, o qual cada etapa só é iniciada quando o processo anterior é concluído. Isso assegura um fluxo contínuo e sincronizado, com ênfase na



integração de todas as fases do projeto. (ANTUNES, 2008).

Neste sistema, a cadência de produção desempenha um papel fundamental na manutenção do controle do cronograma do projeto. Isso assegura a conclusão da obra dentro dos prazos estabelecidos, minimizando potenciais atrasos que poderiam resultar em custos adicionais e insatisfação do cliente. No contexto dessa abordagem, é possível incorporar o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) como parte da execução de um planejamento estratégico, buscando aprimorar continuamente o processo.

Deve-se determinar a quantidade de tempo necessária para a produção de cada etapa construtiva, levando em consideração o prazo, a demanda e a mão de obra disponível. É essencial estabelecer um ritmo que permita que as atividades fluam de maneira contínua, evitando folgas e paradas na produção, com o objetivo de cumprir o cronograma estipulado. Essa metodologia possibilita um maior controle e acompanhamento dos processos construtivos.

Quando se estabelece um ritmo de produção equilibrado que permite planejamento há redução de desperdícios de tempo e material, resultando em uma maior eficiência e conseqüentemente menor ocorrência de retrabalhos.

Na obra em questão, o processo de acompanhamento permitiu identificar falhas significativas em relação ao planejamento e gestão, evidenciando a necessidade de um planejamento constante e adaptado a cada situação. Diante dessa constatação, no âmbito do sistema de planejamento e controle, torna-se crucial a verificação e o registro das atividades e ocorrências. Isso facilita a compreensão para determinar se as falhas na obra são decorrentes de um planejamento inadequado.

Durante o estudo, foi analisado que, na ocorrência das atividades de acabamento do empreendimento, estavam ocorrendo divergências relacionadas à duração de cada atividade por pavimento e ao período pré-definido pela empresa (7 dias).

Diante dessa situação, este trabalho buscou estudar a aplicação do sistema *Takt* no empreendimento e avaliar a situação de divergência ocorrida, além de demonstrar a eficácia da utilização de conceitos do sistema Toyota de produção que inicialmente eram

voltados à produção industrial dentro da construção civil.

2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O planejamento e gerenciamento de obras na construção civil é fundamental para garantir máxima eficiência dos projetos. Uma boa gestão é capaz de guiar, de forma simultânea, etapas distintas da cadeia de produção da obra. Atualmente é possível encontrar na literatura diversas ferramentas desenvolvidas para promover o planejamento e o acompanhamento das etapas construtivas.

2.1. Sistema Toyota de Produção

No cenário pós segunda guerra mundial o Japão se viu devastado e precisava ser reconstruído, as indústrias então buscaram aplicar o sistema de produção mais utilizado na época, o Fordismo. Esse sistema de linha de produção semiautomatizada possibilita uma produção em massa, o que, até então, era o ideal para um país em reconstrução. No entanto, ao adotar esse método as empresas japonesas perdiam variedade e qualidade nos produtos (OLIVEIRA, 2004).

Por influência americana as indústrias japonesas buscaram o método de controle de qualidade, essas técnicas foram aprimoradas e moldaram um novo modelo, o sistema Toyota de produção.

O sistema Toyota de produção é um método de produção que visa a melhoria da produtividade da empresa por meio da organização de processos e redução de desperdícios. Esse sistema facilita o trabalho cotidiano da indústria, por alinhar e reorganizar as atividades do fluxo de modo que o aumento da produtividade vem da eliminação de processos desnecessários (VIDAL *et al*, 2002).

Oliveira (2004), mostra que o Toyotismo está atrelado à técnica do *Lean Manufacturing*. Desse modo, leva em consideração o uso de 7 ferramentas, que auxiliam as indústrias na obtenção dos resultados adequados. Essas ferramentas são:

1. *Just-in-time*: consiste em produzir somente o necessário, visa redução de estoque, encaixando a produção de acordo com a demanda;
2. *Jidoka*: faz com que os projetos automatizados sejam supervisionados por



- humanos. Reduzindo o número de produtos com defeitos;
3. *Poka-yoke*: método de controle de qualidade. Busca impedir a ocorrência de erros, parando a produção totalmente caso seja necessário. Evitando que erros se tornem defeitos;
 4. *5s*: é uma referência para que todas as outras ferramentas sejam bem executadas com a ideia baseada na organização ponto ele sugere a padronização em todo o fluxo de trabalho em todas as áreas da empresa.
 5. *Kaizen*: propõe uma melhoria em todas as áreas do negócio, ou seja, para que todos os resultados sejam efetivos é necessário envolvimento de todos, trabalhando juntos de maneira que todos reconheçam a importância do trabalho do outro.
 6. *Heijunka*: nivela quantidade de produção de acordo com a demanda do produto, criando o processo de fabricação mais eficiente.
 7. *Takt Time*: tem como objetivo fazer com que o ritmo de produção seja proporcional a necessidade do mercado. Basicamente a linha A produção à demanda a partir da análise do ritmo de vendas.

2.2. Takt Time

Segundo Antunes *et al.* (2008) *Takt Time* é um conceito que estabelece o fluxo contínuo dentro do *Lean Construction* que pode ser definido como o tempo necessário para que determinado produto seja concluído, levando em consideração a mão de obra disponível, prazo final de entrega e a demanda do produto. Há uma busca pelo equilíbrio na produção, pois uma produção excessivamente acelerada gera mais produtos do que o necessário, resultando em eventuais desperdícios. Por outro lado, uma produção lenta propicia atrasos evidentes, uma vez que não conseguiria atender à demanda de maneira eficiente.

Frandsen *et al.* (2013) descreveu que a programação para a aplicação do *Takt Time* em construções com elementos repetitivos deve ser aplicada através de seis passos:

1. Coleta de dados;
2. Definição das áreas de trabalho (pavimentos);
3. Compreensão da sequência construtiva;
4. Entendimento dos tempos de cada atividade (índice de produtividade);
5. Balanceamento do fluxo de atividades;

6. Determinação do plano de produção.

O principal objetivo desse conceito *Lean* é alinhar os ritmos de produção, exercendo o papel de ferramenta que permite ajuste do ciclo, tanto para mais ou menos tempo. Dessa forma, evita-se a ocorrência de superprodução ou baixa produção, promovendo a possibilidade de uma análise clara sobre a eficácia do ritmo atual de produção. Deste modo, quanto mais próximo o ciclo (o período de produção definido pela empresa) estiver do *Takt Time* (o período ideal determinado por estudos e análises de dados), maior será a otimização do processo produtivo.

Como resultado, ocorre uma melhoria na identificação dos problemas, o que facilita o planejamento e eventual replanejamento das soluções. Por consequência há uma melhora na visualização dos problemas, o que facilita o planejamento e possível replanejamento das soluções a serem empregadas. Além de possibilitar um maior controle de estoque já que a produção é ritmada e tem demanda constante de materiais.

Além disso, para avaliar o *Takt Time*, é necessário coletar o tempo dedicado à realização de um ciclo de produção. A partir desse acompanhamento, verifica-se se existem ciclos incompatíveis e busca-se compreender as razões por trás dessas ocorrências. Essa análise tem como propósito mapear falhas no processo e identificar oportunidades de ajustes, permitindo a compreensão das causas em tempo hábil para realizar adaptações necessárias.

Segundo Oliveira (2019), cada obra é um “produto único” e quando se fala em *Lean Construction* é importante considerar a obra como uma condição única, com características específicas, é evidente que as metodologias são similares, contudo, mais do que saber “como aplicar”, é importante saber “como aplicar”.

2.3. Diagrama de Gantt

Durante o século XX Henry Gantt buscava uma ferramenta que não somente acompanhasse o fluxo de trabalho, mas também que pudesse prever e evitar atrasos na produção, desse modo, ele implementou o cronograma e o diagrama de Gantt. Amplamente utilizados, atualmente o cronograma corresponde a listagem de atividades de modo cronológico, enquanto o diagrama é uma ferramenta visual que demonstra essas atividades (BORGES, 2013).



O diagrama de Gantt se tornou muito popular dentro da construção civil, nele é possível observar barras horizontais coloridas que representam cada atividade dentro do período de execução do empreendimento. Isso evidencia a sequência cronológica das atividades e possibilita compreender as prioridades, tempo para finalização, caminho crítico e períodos de folga entre atividades que não fazem parte do caminho crítico. Essa abordagem permite antecipar falhas e atrasos, proporcionando maior margem de tempo para a resolução de problemas (SANTOS, 2019).

2.4. Ciclo PDCA

Desenvolvido por Walter Shewhart em meados de 1920 e posteriormente ganhou notoriedade em 1950 pelo autor Edward Deming, o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), tem como princípio básico a melhoria contínua. Ciclo PDCA é um acrônimo que representa o conjunto de ações ordenadas e interligadas entre si, dispostas graficamente em um círculo onde cada quadrante corresponde a uma fase do processo. Essa sistemática estabelece que dentro de uma empresa todas as decisões devem passar pelo processo do ciclo PDCA. (CAMARGO, 2017).

Essa sigla em inglês representa:

P (*Plan*) – Planejar

- É o primeiro passo e, portanto, cabe ao líder identificar e analisar o problema, levantando fatos, dados, elaborando o fluxo dos processos produtivos, identificando os itens a serem modificados, análise de causa e efeito, aplicação dos dados nos itens modificados, análise de dados e por fim estabelecimento de objetivos. Essa fase origina o plano de ação, ou seja, deve-se identificar os fatores que influenciam o problema e suas possíveis causas a fim de padronizar os resultados positivos.

D (*Do*) – Fazer

- Nessa etapa é colocado em prática os planos de ação definidos no item anterior, com cuidado para que não ocorram desvios. Caso seja constatado que não será possível aplicar esse plano de ação, deve-se retornar ao item anterior e observar o que causou os desvios. Portanto, essa é uma fase de experiência e verificação da eficácia. Para a execução é necessário treinamento do corpo de

funcionários envolvidos, execução do plano de ação e finalmente a coleta de dados para avaliação.

C (*Check*) – Checar

- Na terceira etapa ocorre o mapeamento de cada parte do plano de ação, essa etapa pode ocorrer concomitantemente com a etapa 2 (D - fazer) visto que quanto mais cedo o acompanhamento haverá mais tempo hábil para compreensão do que funcionou ou não. Nessa etapa é possível fazer uma comparação entre o previsto e o real, identificar aspectos a serem reparados e oportunidades de melhoria, além de analisar a viabilidade da metodologia de trabalho adotada.

A (*Act*) – Agir

- A última etapa é responsável pela aplicação de ações corretivas no caso de divergência entre o planejado e o executado. Do contrário deve-se padronizar e concluir o plano a fim de eliminar de forma determinante todas as causas.

Ademais, segundo Oliveira *et al.* (2022) deve-se ter consciência que o ciclo PDCA nunca tem fim, sempre que um ciclo se encerra outro deve começar em paralelo, já que após o encerramento um novo ciclo se inicia seguindo as novas perspectivas, o que gera um aprimoramento constante dos processos produtivos.

Uma ferramenta muito interessante para a aferição do progresso de uma obra é a linha de *status*, nesse método define-se uma data para medição da atividade (data de *status*), essa será a referência para o controle da obra, permitindo observar o quanto foi realizado daquela atividade, e no caso de não realização pode-se analisar o quanto aquela atividade está atrasada, de modo a mensurar avanço da atividade na data de *status* (MATTOS, 2019).

3. METODOLOGIA

Este trabalho se configura como um estudo de caso, pois envolve a análise de uma parte específica de uma obra em andamento. Utiliza-se dados e documentos fornecidos pela obra, foram conduzidas análises de campo quantitativas, juntamente com avaliações qualitativas, além de realizar coletas de informações no campo em conjunto com os encarregados da obra.



ECIV/FAENG/UFMS 2023

Para elaboração desse estudo de caso foram utilizadas as seguintes etapas:

3.1 Caracterização da Obra

O estudo de caso compreende a obra de um edifício residencial no município de Campo Grande, no estado de Mato Grosso do Sul. O empreendimento possui uma área vasta destinada à periferia e uma torre que possui 25 pavimentos dos quais serão alvo desta pesquisa. Para o gerenciamento e controle, a obra adota o sistema *Takt Time*, que estabelece o tempo necessário para concluir as atividades em cada pavimento, com uma duração padrão de 7 dias. A não conformidade com este *Takt Time* foi o fator instigante desta pesquisa.

No empreendimento em questão, é possível realizar a análise da periferia, que possui um *Takt* dinâmico, corresponde às áreas comuns, onde o acompanhamento e a previsão da sequência de atividades são incertos e, conseqüentemente, mais complexa. A equipe de engenharia responsável ainda não encontrou meios de realizar o *Takt* de forma efetiva, além disso a literatura para esse tipo de caso é muito escassa. Em contraste, a torre apresenta um *Takt* repetitivo, que corresponde os 25 pavimentos de apartamentos, nesse caso as atividades seguem um ritmo constante, sempre na mesma ordem porque todos os pavimentos são iguais facilitando o acompanhamento.

Há a presença de 22 pacotes de atividades, mas nesse estudo serão chamados de “conjuntos de atividades”, de modo que em cada pavimento há a passagem de um conjunto por vez. Os conjuntos são identificados pela sigla C, seguidos de uma numeração que identifica sua sequência de ocorrência. Conforme detalhado a seguir:

- C1 – Estrutura (Fixação de fôrmas e Concretagem);
- C2 – Desforma das lajes e pilares;
- C3 – Instalação de tela piso a piso (Segurança);
- C4 – Retirada das escoras da laje;
- C5 – Execução da alvenaria externa, taliscamento e prumadas hidráulicas;
- C6 – Execução da alvenaria interna;
- C7 – Contramarco;
- C8 – Passantes hidráulicos;

C9 – Fixação dos kits hidráulicos, instalação hidráulica aérea e fechamento das instalações;

C10 – Instalação de eletrodutos, caixas de passagem, caixas de split e exaustores;

C11 – Encunhamento e aplicação de telas nos rasgos e entre a estrutura e a alvenaria;

C12 – Reboco interno;

C13 – Execução do contrapiso;

C14 – Execução do forro de gesso, parede de *drywall*, instalação de gás e instalações elétricas;

C15 – Impermeabilização e tubulação de gás;

C16 – Revestimento cerâmico;

C17 – Rejunte e bancadas;

C18 – Pintura inicial;

C19 - Instalação de louças, módulos e suporte de tomada, QDL (quadros de distribuição de luz);

C20 – Instalação de esquadrias de madeira e piso laminado;

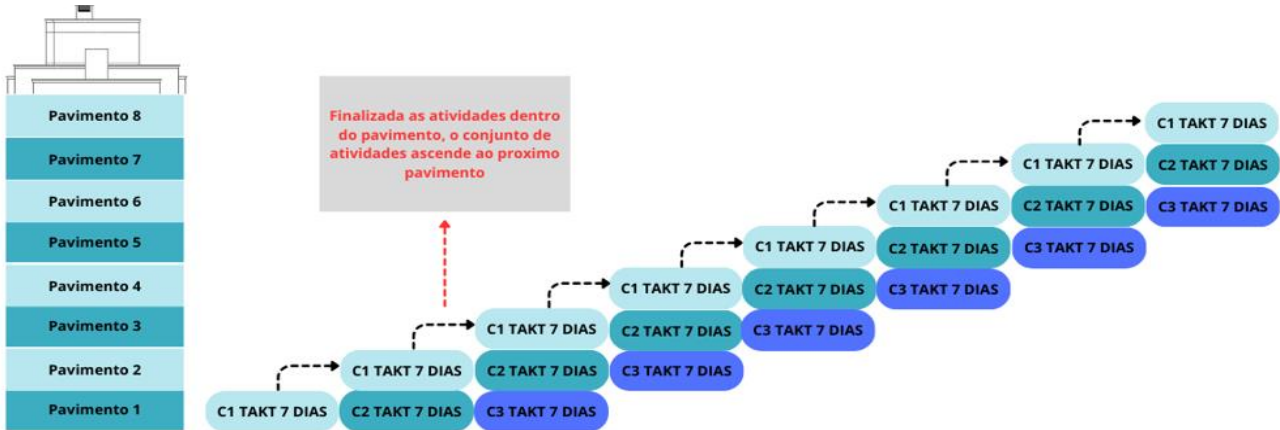
C21 – Pintura final;

C22 - Instalação de metais, espelhos elétricos e limpeza final.

Como citado anteriormente, as atividades seguem um ritmo, uma sequência e uma série de regras pré-estabelecidas pela empresa para o bom funcionamento do planejamento. Estas regras serão citadas a seguir e ilustradas nas Figuras 1 e 2:

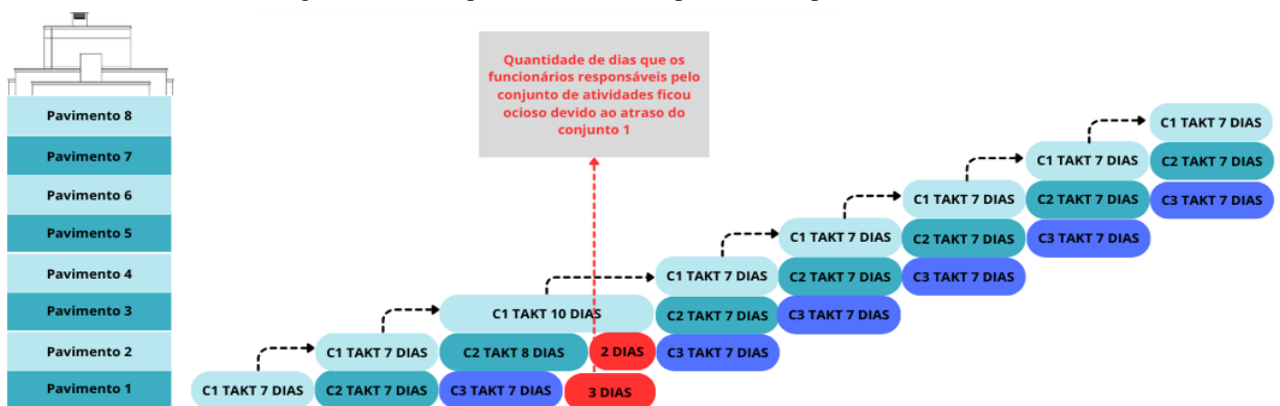
1. Ciclo de 7 dias para que cada conjunto finalize as atividades;
2. Cada pavimento pode acomodar apenas um conjunto de atividades por vez (Figura 1);
3. A ordem das atividades, de C1 a C22, deve ser respeitada, sendo proibido que um conjunto ultrapasse o outro;
4. Quando há atraso de um conjunto de atividades, todos os outros conjuntos devem sofrer uma parada até sua finalização, de modo a priorizar a produção ritmada (Figura 2).

Figura 1 – Demonstração do funcionamento do fluxo do *Takt*.



Autora (2023)

Figura 2 – Consequências do descumprimento do período do *Takt*.



Autora (2023)

3.2. Situação problema

Corresponde na detecção, durante o período de estudo, de quais eram as situações mais críticas relatadas pelos integrantes da obra.

3.3. Técnica de pesquisa

Segundo Pereira, *et.al.* (2018) um estudo de caso é uma descrição e análise o mais detalhada possível de algum caso que apresente alguma particularidade que o torna especial.

Observa-se, então, que este tipo de estudo pode trazer uma riqueza de dados e informações de modo a contribuir com o saber na área de conhecimentos na qual for utilizada.

Os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo (TOMAINO, 2016).

De acordo com Vaz (2018) os métodos quantitativos, faz-se a coleta de dados quantitativos ou numéricos por meio do uso de medições de grandezas e obtém-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades. Estes métodos geram conjuntos ou massas de dados que podem ser analisados por meio de técnicas matemáticas como é o caso das porcentagens, estatísticas e probabilidades, métodos numéricos, métodos analíticos e geração de equações e/ou fórmulas matemáticas aplicáveis a algum processo.



Por fim, Yin (2015) considera que os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem e podem ser importantes se complementando e permitindo um melhor entendimento dos fenômenos em estudo.

3.3.1. Coleta de dados

O período de análise compreende a disponibilidade para estudo, englobando a situação problema e permitindo a observação de recorrências. A data definida para essa análise foi de 10/09/2023 a 07/11/2023, abrangendo um total de 6 ciclos de atividades (*Takt*).

A princípio foi verificado quais dados poderiam ser utilizados e desses quais seriam mais vantajosos e relevantes para aplicação do estudo de caso. Portanto, foi feita a análise do *Takt* da torre, tendo em vista que no método repetitivo pode-se observar de forma mais clara quais problemas se repetem, além de permitir melhor visualização da eficácia dos métodos aplicados.

No decorrer da escolha da amostra de dados a ser estudada, foram priorizados os conjuntos que estariam ativos na torre durante todo o período de estudo, considerando que a obra está em fase de acabamento.

3.3.2. Análise de dados

Foi realizada a análise e comparação entre:

- A data de término prevista do empreendimento sem considerar os atrasos sofridos durante toda cadeia de produção;
- A data de término do empreendimento, considerando os atrasos dos conjuntos estudados de C1 a C18, sem considerar os atrasos de C19 a C22, ou seja, levando em consideração o melhor caso dos conjuntos estudados;
- A data de término do empreendimento levando em consideração todos os atrasos, ou seja, o fim real.

A análise foi feita por meio de gráficos para determinar os períodos de atraso e as diferenças entre o prazo final do empreendimento e o prazo estimado, levando em consideração o padrão de atrasos calculados e o prazo previsto inicialmente.

Por fim, foi criada uma linha de *status* para proporcionar uma melhor visualização da divergência entre os índices de produtividade calculados no planejamento e os índices de produtividade reais

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse tópico são apresentados os resultados e discussões deste estudo.

4.1. Conjuntos analisados no estudo

No decorrer da pesquisa, observou-se que os conjuntos escolhidos para análise seriam o C19, C20, C21 e C22, pois estavam ativos durante todo o período definido para o estudo.

Durante uma análise preliminar inicial, utilizando dados e informações disponibilizadas pelos encarregados, que continham vivências e percepções sobre as atividades, foi possível extrair as seguintes informações:

- Conjunto 19 (C19): QDL, módulos e suporte de tomadas e Instalação de louças.

Nas instalações de QDL, módulos e suporte de tomadas têm-se 1 oficial e conclui o pavimento em 5-6 dias, ou seja, está 1 dia adiantado em relação ao período pré-definido pela obra.

Poderia ser executado em menor tempo, porém tem baixa produtividade devido quantidade de faltas, além do oficial ter consciência do período de 7 dias para conclusão do pavimento, portanto não há esforço para adiantar.

O oficial utiliza os 2 primeiros dias do período para colocar os módulos no C22.

Para a instalação de louça tem-se 1 oficial e finaliza o pavimento em 2 dias de produção.

- Conjunto (C20): Esquadrias de madeira e piso laminado.

Possui 2 oficiais e conclui o pavimento em 7 dias, de modo que atende as expectativas;

Percebe-se comprometimento e compreensão da parte dos oficiais em relação ao período de *Takt* definido, de modo que mesmo quando há pendências que impossibilitam o trabalho os oficiais se readéquam e procuram formas de resolução. Essas pendências mostram uma falha na execução do *Takt*, visando que um de seus princípios básicos são eliminar falhas.

- Conjunto (C21): Pintura final.



Figura 3 - Início da Simulação 1.

Possui 5 oficiais e conclui o pavimento em 8-10 dias, gerando atraso no *Takt* e consequentemente no cronograma da obra;

Tal atraso, ocorre devido à quantidade de faltas. Além disso, não há compreensão por parte dos oficiais em relação as pendências. Assim sempre que uma pendência impede a continuidade de determinado serviço há parada total das frentes (atividades), mesmo as frentes que já estão liberadas.

- Conjunto (C22): Limpeza final e Espelhos Elétricos.

A atividade de limpeza final é realizada por 5 oficiais e concluída em 5 dias. Já a atividade de colocação dos espelhos elétricos é realizada por um único oficial, sendo concluída em 1-2 dias, dependendo do número de pendências.

Trata-se de um conjunto que sempre está adiante já que a limpeza final e os espelhos elétricos são feitos simultaneamente.

Observa-se que há atividades que conseguem ser executadas no período previsto do *Takt*, enquanto outras estão sempre atrasadas ou adiantadas, evidenciando uma falha no processo de planejamento.

4.2 Simulações

Com o auxílio de um *software* de planilhas, foi simulado o cronograma da obra, considerando como dias úteis de segunda-feira a sexta-feira e desconsiderando os feriados nacionais, estaduais e municipais de Campo Grande – MS, além do recesso de fim de ano. A seguir, são apresentados os resultados das simulações:

4.2.1. Simulação 1: Com base nos dados fornecidos, simulamos graficamente a entrada do conjunto de atividades 1 (C1), considerando a data de início como 08/09/2021, conforme previsto para iniciar na torre do empreendimento. O resultado da simulação está ilustrado na Figura 3. Desconsiderou-se todos os atrasos e ocorrências, ou seja, foi simulado o cenário ideal, considerando o prazo de 7 dias previsto para a execução de cada conjunto de atividades. Nesse caso, a data de finalização das atividades seria 20/01/2023, conforme ilustrado na Figura 4.



Autora (2023)

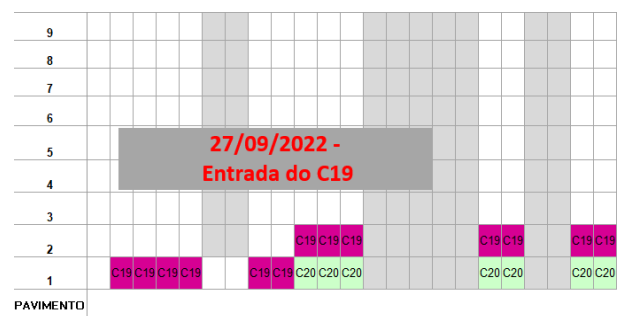
Figura 4 - Fim da Simulação 1.



Autora (2023)

4.2.2. Simulação 2: Durante todo o período de construção ocorreram inúmeros atrasos na produção, em decorrência disso o conjunto C19 teve seu início real no dia 27/09/2022. Nas Figuras 5 e 6, estão ilustrados o início e o fim, respectivamente, do cronograma dos conjuntos de C19 a C22. Considerando agora a data de início real, assumindo que a partir deste início real ocorreria a situação de melhor caso, ou seja, simulando que não tivessem ocorrido atrasos e ocorrências na produção.

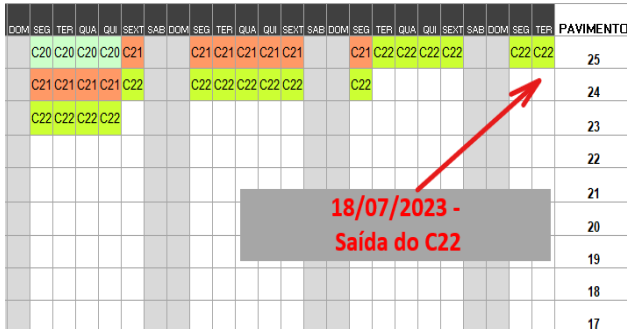
Figura 5 - Início da Simulação 2.



Autora (2023)



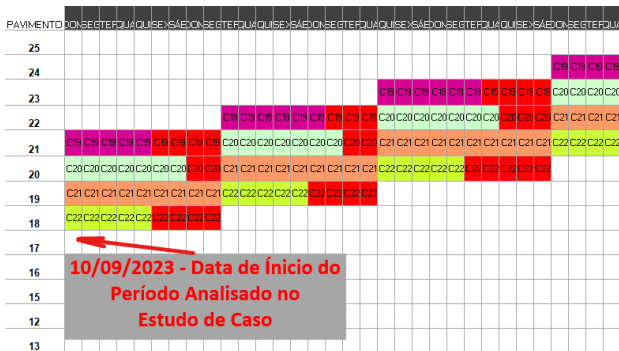
Figura 6 - Fim da Simulação 2.



Autora (2023)

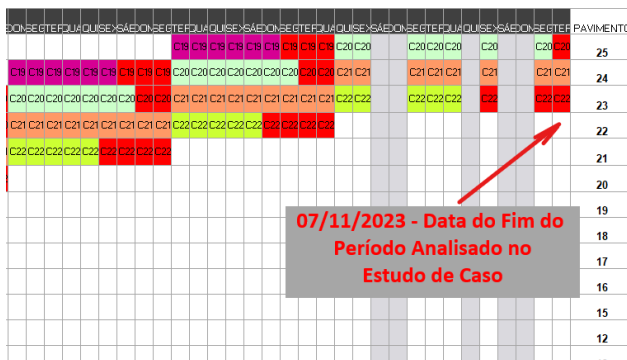
4.2.3. Simulação 3: Demonstra a situação real da amostra analisada no estudo de caso, pontuando todos os atrasos e adiantamentos. Na figura 7 há a indicação de quadrados em vermelhos que apontam a quantidade de dias em que ocorreram paradas de produção devido ao atraso do conjunto crítico, C21, (Figuras 7 e 8).

Figura 7 – Início da Simulação 3. Fonte: Autora.



Autora (2023)

Figura 8 – Fim da Simulação 3.



Autora (2023)

ECIV/FAENG/UFMS 2023

4.2.4. Simulação 4: Foi feita a previsão da conclusão do C22, e consequentemente o fim das atividades da torre, levando em consideração os atrasos estudados (Figura 9).

Figura 9 – Simulação 4.



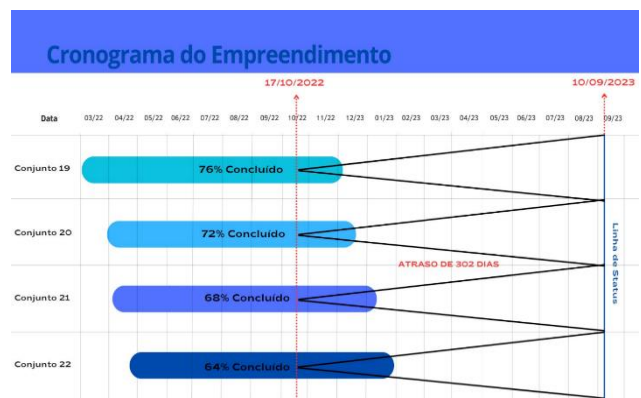
Autora (2023)

4.3. Linha de Status

A partir dos dados demonstrados nas simulações acima, serão utilizados gráficos de linha de *status* para demonstrar os atrasos dos conjuntos estudados, C19-C22 (Simulação 3), com relação a simulação 1, que corresponde ao melhor cenário possível, onde não ocorrem atrasos.

Para melhor visualização dos atrasos utiliza-se gráficos inserindo uma linha de *status* na data de início, 10/09/2023, (Figura 10) e na data final do estudo, 07/11/2023, (Figura 11). A Figura 10 mostra um atraso no cronograma de 302 dias para todos os conjuntos, enquanto isso na Figura 11 o atraso é de 326 dias, esse aumento é devido aos atrasos na produção que podem ser observados na simulação 3.

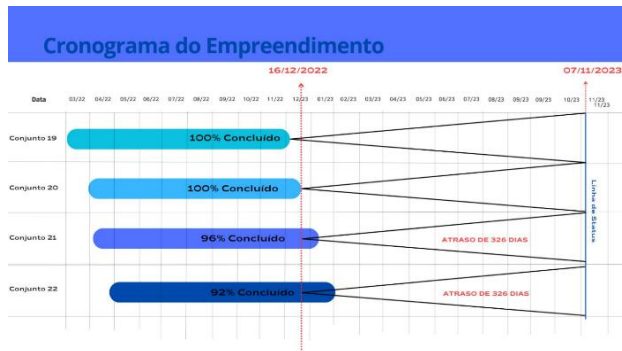
Figura 10 - Linha de Status na data de Início do Estudo.



Autora (2023)



Figura 11 - Linha de *Status* na data de Fim do Estudo.



Autora (2023)

4.4. Discussões

O conjunto (C21) consistentemente apresenta atrasos em comparação ao período pré-definido pela empresa. Nesse cenário, opera-se com a máxima quantidade de mão de obra disponível. Sugerimos, portanto, uma revisão no mapa de produção, visando intensificar a carga de trabalho nos primeiros dias. Essa abordagem permitiria criar uma folga no final do ciclo, prevenindo potenciais atrasos devido à escassez de mão de obra ou retrabalhos.

No caso do C22 que cumpre suas atividades em 5 dias (2 dias a menos) observa-se que a quantidade de atividades está menor do que o previsto pelo *Takt*, possibilitando ajustes que reduziram a quantidade de mão de obras, gerando economia ou também poderia adicionar outra atividade a este conjunto.

As falhas detectadas durante a implementação desse conceito nos conjuntos de atividades foram evidenciada pela discrepância em relação ao *Takt* de 7 dias. Portanto, é recomendável utilizar o ciclo PDCA para readequação dessas atividades dentro dos conjuntos, acompanhando as melhorias e falhas a cada ciclo até alcançar o resultado ideal.

Uma característica distintiva do sistema *Takt* é a facilidade de restaurar seu ritmo. Por exemplo, ao perceber um padrão de atrasos em um conjunto específico, é possível ajustar essa situação crítica disponibilizando mais mão de obra ou readequando o mapa de produção. No entanto, é extremamente complexo reduzir o tempo de *Takt*, ou seja, recuperar o tempo perdido ou adiantar o cronograma. Nesse caso, seria necessário implementar ações corretivas que diminuíssem o tempo de todos os conjuntos ativos simultaneamente.

ECIV/FAENG/UFMS 2023
Conforme observado por Fradson (2013), um dos pilares da programação na aplicação do *Takt Time* em construções é o balanceamento do fluxo de atividades. Percebe-se uma falha durante a implementação desse conceito nos conjuntos de atividades, evidenciada pela discrepância em relação ao *Takt* de 7 dias.

Desse modo, pode-se observar que nem sempre apenas a questão do prazo apertado é o problema. Nota-se que, mesmo em conjuntos que possuem tempo ocioso, como o C19, ou uma grande quantidade de mão de obra, como o C21, ocorrem atrasos. Nesse cenário, a falta de comprometimento e compreensão por parte dos oficiais em relação ao período de *Takt* definido compromete o andamento do sistema, afetando o controle da obra.

5. CONCLUSÕES

É evidente a facilidade que a ferramenta do *Takt Time* proporciona principalmente dentro da construção civil. Se trata de um indicador que possibilita alinhar o fluxo produtivo com a demanda do produto. Desse modo tem-se mais controle da produção, favorecendo o foco em soluções para resolução de paradas imprevistas como manutenções corretivas e perdas.

Assim, além do entendimento dos tempos de cada atividade (índice de produtividade) e do balanceamento do fluxo de atividades, a determinação do plano de produção também deve estar integrada à gestão de pessoas. Isso é crucial para aumentar o comprometimento com o sistema e garantir o sucesso da obra.

No sistema *Takt*, a aplicação do ciclo PDCA é de extrema importância, não apenas para análise do sistema como um todo, mas especialmente dentro de cada conjunto de atividades. Isso possibilita que ações sejam previstas ainda na etapa de planejamento e constantemente checadas, identificando aspectos a serem reparados e oportunidades de melhoria no sistema adotado. Essa abordagem permite um balanceamento cada vez mais preciso das atividades que compõem os conjuntos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MATTOS, A. **Planejamento e controle de obras**. [s.l.] Oficina de Textos, 2019.
- ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I; KLIPPEL, M.; BORTOLOTO, P. **Sistemas de**



ECIV/FAENG/UFMS 2023

produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAÚJO, C. *et al.* **Lean construction: perspectivas no âmbito da construção civil brasileira.** São Paulo: Revista GeSec. ISSN: 2178-9010

BORGES, J. P. V. *et al.* **Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo gráfico de Gantt: um estudo de caso.** XXXIII Encontro Nacional da Engenharia de Produção. Salvador, 2013.

CAMARGO, Renata. Ciclo PDCA. **Do conceito à aplicação do famoso Plan Do Check Act,** [S. l.], 3 jul. 2017. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/ciclo-pdca/>. Acesso em: 7 nov. 2023.

EURENICE DE OLIVEIRA. **Toyotismo no Brasil.** [s.l: s.n.].

FRADSON, A; BERGHEDE, K; TOMMELEIN, I. **Takt time planning for construction of exterior cladding.** Fortaleza, Brasil: Proc. 21st Annual Conference of the Internacional Group for Lean Construction (IGLC21), 2013.

OLIVEIRA, E. **Lean Construction.** [s.l.] Independently Published, 2019.

OLIVEIRA, Stéfany *et al.* Ciclo PDCA. **Ciclo PDCA,** Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-18, 27 jun. 2022. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/716521/2/Ciclo%20PDCA.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2023.

PEREIRA, A.S; SHITSUKA, D. M; PARREIRA, F. J; SHITSUKA, R. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA.** 1. ed. Santa Maria - RS: Núcleo de Tecnologia Educacional, 2018. 119 p. v. 1.

PRETTO, M. **Ferramentas para o planejamento e controle de obra.** São Paulo: Platos Soluções Educacionais, 2021. 1 recurso online. ISBN 9786589965404.

LIMA, F; ORMOND, E; COSTA, Y. **A FERRAMENTA GRÁFICO DE GANTT NO ACOMPANHAMENTO DE PROJETOS.** **Simpósio,** [S.l.], n. 7, fev. 2019. ISSN 2317-5974. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/simpósio/article/view/1202>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

TOMAINO, B. *et al.* **Metodologia Científica.** [s.l.] Freitas Bastos, 2016.

VAZ, M. **Metodologia científica: fundamentos, métodos e técnicas.** Lisboa: Edições Piaget, 2018.

VIDAL, M. B. *et al.* **Taylorismo, fordismo e toyotismo: uma análise do sistema de trabalho.** 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - 5.Ed.** [s.l.] Bookman Editora, 2015.