

## OTIMIZAÇÃO DE SUBPROCESSOS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

JESUINO, Gabriel Bagnara<sup>1</sup>; JUNIOR, Marcos Ambrosio de Souza<sup>2</sup>;

Orientador: Prof. Me. SILVA, Marcelo<sup>3</sup>

Universidade São Francisco

[gabrielbagnara1999@gmail.com](mailto:gabrielbagnara1999@gmail.com)

[jhoujuninho@gmail.com](mailto:jhoujuninho@gmail.com)

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>2</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>3</sup>Professor Mestre Orientador, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

**Resumo:** O presente artigo refere-se a um estudo de caso realizado em um edifício residencial localizado na cidade de Extrema-MG, empreendimento este que conta com 396 unidades de residências populares, o estudo irá abranger a torre F que conta com 9 pavimentos com 4 apartamentos em cada, totalizando 36 residências. Levando em consideração a necessidade de um planejamento correto para a execução do empreendimento, busca-se expor as necessidades de adaptação do canteiro, verificar a melhoria mais viável para este problema e demonstrar os resultados comparando dados entre o antes e o depois desta adaptação do serviço. Neste caso, com o apoio da equipe de engenharia e com os colaboradores das atividades hidráulicas, foi proposto um novo método de instalações, que conta com kit pré-montados para facilitar a execução de instalações. Mudanças que trouxeram resultados positivos no aspecto financeiro, e resultados positivos em relação às previsões de tempo de execução. Acredita-se que essas soluções implementadas também trouxeram uma evolução pessoal a todos que participaram do processo, uma vez que os responsáveis pelas atividades foram devidamente treinados para a montagem de kits, instalações e gerenciamento de resultados.

**Palavras-chave:** planejamento, ritmo, lean, hidráulica.

### Introdução

Este estudo tem como objetivo evidenciar possíveis desperdícios dentro da obra com um foco predominante em instalações hidráulicas, propondo novas ideias para o método de instalações, substituindo o modelo antigo, onde não há planejamento para execução, ocorrendo falhas como excesso e/ou falta de material no local de utilização, posição de

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>3</sup> Professor Mestre Orientador, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

trabalho ergonomicamente errada e desorganização, por um novo modelo com um local único e exclusivo utilizado tanto para estoque, organizado e identificado, dos materiais necessários, quanto para montagem do kit pronto, este padronizado a fim de facilitar e evitar erros na instalação. Com isso os objetivos principais do estudam se tornam redução do tempo de trabalho, redução de desperdícios de materiais e um corte de gastos para a execução das instalações hidráulicas.

No Brasil um dos pilares da economia é o ramo da construção civil, segundo a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) em um estudo realizado em 2021 o ramo representa 34% do total da indústria brasileira, além de ser responsável por 24% dos empregos. Pesquisas de 2023 mostram nível de atividade da Construção no 2º trimestre de 2023 como o maior desde o 3º trimestre de 2022. É de se ressaltar a resiliência deste mercado visto que os preços dos materiais atingiram valores exorbitantes no começo do ano de 2023, em entrevista com especialistas puderam observar que o setor não tem condições de absorver nenhum novo aumento de custos. O custo está estabilizado, mas em um patamar muito elevado, sendo assim, o mercado não suportaria um novo crescimento dos valores.

Em contrapartida, as projeções da CBIC mostram o crescimento de apenas 1,5% do PIB da construção, o menor nível de 2021. Atrelado a diminuição de crescimento, programas como Minha Casa Minha Vida e outros de moradia com baixo custo, são cada vez menos lançados no mercado. Informações divulgadas pelo TETO Brasil em 2021, o país tem 5,8 milhões de famílias sem casa ou que vivem em moradias precárias. Neste mesmo relatório também é possível identificar números alarmantes de famílias sem abastecimento de água potável ou de esgoto.

Um dos principais motivos para tal queda de crescimento são os juros elevados, juros estes que são consequências de manobras feitas para estancar uma crise de 2014 a 2020, anos em que o PIB teve fechamento negativo, resultados de uma série de erros de políticas públicas que impediram o crescimento da economia nacional, (ALVES, 2019, p. 8) relata que “a forte contração dos investimentos públicos, foram a causa fundamental da desaceleração econômica no período de 2011 a 2014, na recessão que teve início em 2015, atribui-se o papel fundamental ao forte ajuste fiscal, além da elevação da taxa de juros pela política monetária nos últimos anos”. Junto com a crise desses anos, o Mundo também sofreu o impacto da Pandemia da Covid-19. Empresas fecharam ou cortaram gastos com funcionários, muitos trabalhadores perderam o emprego, o que dificultou o crescimento da economia geral.

Apesar de impactos negativos, as projeções são positivas para o ano de 2024. Programas de incentivo devem ser implantados a partir do ano que vem, além das condições favoráveis do FGTS para o financiamento habitacional.

Para os próximos anos, o crescimento deve estar ligado também com a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Um aumento de produção desenfreada pode custar a extinção de alguns recursos naturais, resultando em escassez de materiais e aumento de preços.

Desde o início do século, escritores e jornalistas já escreviam sobre a preocupação com o meio ambiente, segundo (LEFF, 2001, p. 201) “A produção de mercadorias, orientada pela maximização dos lucros e dos excedentes econômicos a curto prazo, gerou processos crescentes de contaminação da atmosfera, de solos e recursos hídricos, desmatamento, erosão e desertificação; perda de fertilidade dos solos, de biodiversidade e de produtividade de seus ecossistemas”.

Em vista de se preservar os recursos naturais, novos métodos de construção foram adaptados com o decorrer dos anos, como diz Koskela (1992 apud ASHTON & COOK, 1989 p.106 -111) no início da década de 1990 diversas potências mundiais de produção começaram a pôr em práticas novas filosofias como, por exemplo, a produção enxuta ou a fabricação em classe mundial.

O momento atual é de consciência, filosofias como o Lean Construction estão sendo cada vez mais utilizadas, visando o melhor aproveitamento de materiais e mão de obra dentro de nossas construções. Filosofia esta que se iniciou na década de 1950 no Japão e com poucos anos se alastrou pela Europa até chegar nas Américas. Os maiores polos de produção tanto industrial quanto civil vem se adaptando conforme as matérias primas ficam mais escassas.

O presente artigo mostra como a implementação de novas ideias afetam a linha de produção, traçando paralelos entre mão de obra, serviços realizados, abordando questões financeiras e a produção sobre demanda para evitar desperdício.

Para (ALLEN, 2005, p. 60) “você já está familiarizado com o planejador mais brilhante e criativo do mundo: o seu cérebro. Você próprio é, na verdade, uma máquina de planejar”. Com isso, busca-se a melhor maneira de planejarmos nosso sistema de execução dentro da obra, otimizando os subprocessos desde o orçamento até as instalações.

Com base no pensamento de Allen, será proposto uma nova forma de produção, com o objetivo de diminuir impactos de desperdícios e otimizar as etapas de instalações hidráulicas a fim de alcançar uma maior produtividade.

### *O pensamento Lean*

Segundo (KOSKELA, 1992, p.6), a filosofia lean começou a ser desenvolvida primeiramente no ramo industrial na década de 50, onde a Toyota, empresa de automóveis, foi a pioneira nesta nova cultura de pensamento. Um dos pilares primordiais para o Sistema Toyota de Produção (STP), como foi denominado essa nova metodologia, é a busca pela produção enxuta.

Os produtores que seguem a filosofia da produção enxuta sempre buscam a perfeição, isso inclui constante diminuição de custos, qualidade com zero defeitos, estoque mínimo e surgimento de novos produtos. Temos ciência que essa terra prometida nunca foi e nunca será alcançada, porém o afã por esse resultado gera consequências surpreendentes. (WOMACK, 1990, p. 4)

A fim de atingir esse objetivo, é imprescindível dispor de instrumentos que orientem nosso trajeto de maneira adequada, e no caso de desvios desse percurso, que nos sinalizem com precisão o momento, o local e a extensão das alterações necessárias ao ajuste do processo à trajetória desejada. Para essa finalidade, é essencial realizar um planejamento abrangente tanto no contexto do projeto como em escala diária.

#### *Planejamento a longo, médio e curto prazo*

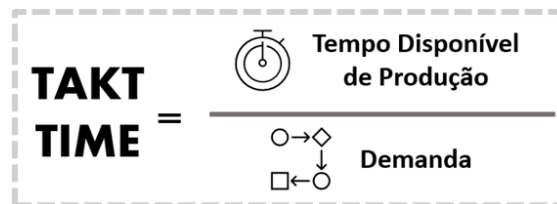
Como (ALLEN, 2005, p. 60) cita, “nosso cérebro é o planejador mais brilhante e criativo do mundo”. Sendo assim trabalhamos a todo momento em busca de soluções para nossos problemas, soluções estas que procuram ser as mais eficazes possíveis, contudo precisamos organizar nossas ideias e desenvolvermos um ótimo planejamento para sermos mais assertivos. Temos dois modelos de planejamento: o natural e antinatural, este é criticado por sua abordagem menos eficaz, que começa com a busca de ideias sem uma base sólida de planejamento, e aquele enfatiza a importância de um planejamento estruturado e proativo.

Para se planejar com mais eficiência, deve-se adotar o modelo natural, onde desenharemos um plano lógico, claro e sequencial. Sendo possível utilizar esse método tanto para curto, médio e longo prazo, sendo que este último não significa que podemos demorar para atingir essa meta, significa apenas que teremos mais desafios e ações para chegar no resultado desejado (ALLEN, 2005, p. 61)

Estes dados precisam ser coletados e quantificados para esclarecer o quão estamos perto da meta, a fim de, posteriormente, encontrarmos as restrições que nos impediram de alcançá-la e traçarmos ações objetivas e temporais para a resolução destes problemas. Neste estudo, é utilizado indicadores que balizam e facilitam esse entendimento, como: indicador de ritmo (TAKT), linha de balanço e percentual de programação concluída (PPC).

*Linha de balanço, TAKT e PPC.*

Com o planejamento a longo prazo traçado, é possível calcular nosso indicador de ritmo (TAKT), que é calculado com base na demanda e tempo disponível para concluí-la (Figura 04).

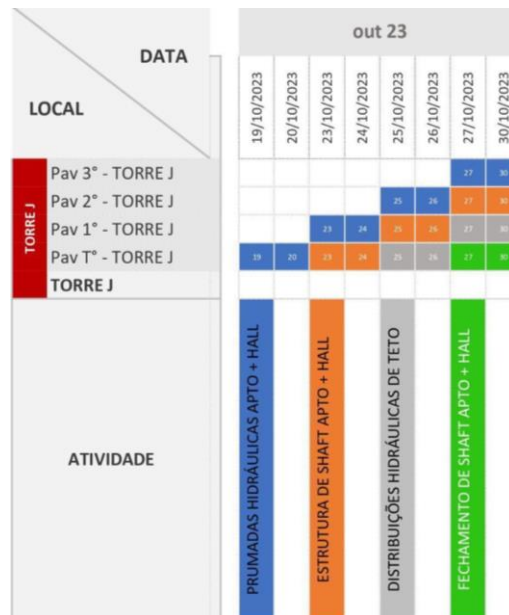

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção}}{\text{Demanda}}$$

**Figura 04** – Fórmula de cálculo para o uso do Takt-time (Fonte: Autores, 2023).

Uma descrição mais adequada para o takt-time pode ser formulada como sendo o ritmo de produção necessário para suprir uma demanda específica, considerando as limitações de capacidade de uma linha de produção ou célula de trabalho. É um indicador imprescindível para dividirmos a meta a longo prazo em metas menores, facilitando a percepção de desvios e erros no processo (ALVAREZ, 2001, p. 6).

Neste caso, segundo nosso takt-time (Ritmo) calculado, deve-se realizar cada atividade em 02 apartamentos por dia, por exemplo, finalizar instalação hidráulica em 02 apartamentos por dia, assentar cerâmica em 02 apartamentos por dia e pintar 02 apartamentos por dia, tudo isso para entregar o empreendimento no prazo planejado.

A partir do estudo e o cálculo do takt, pode-se organizar as atividades em sequência e gerar uma linha de balanço (Figura 05), que é um gráfico com visão geral do projeto onde podemos analisar essa sequência de atividades e o momento que executaremos cada uma delas. A linha de balanço facilita a visualização do andamento e sequenciamento da obra, expondo as atividades atrasadas para o responsável da obra.



**Figura 05** – Linha de balanço com as atividades a serem realizadas na torre J (Fonte: Autores, 2023).

Na figura 05 é possível observar um exemplo de linha de balanço, onde no eixo x superior possui o sequenciamento de dias do mês de outubro de 2023, o eixo x inferior mostra a sequência de atividades com suas respectivas cores para facilitar a visualização, e finalmente, no eixo y temos a **Torre J** separada em pavimentos (T°/1°/2°/3°). Isso nos mostra o takt considerando 02 apartamentos por dia e a sequência de atividades, resultando em uma linha de produção.

Além do planejamento a longo prazo, é imprescindível acompanhar o processo diariamente, nos tornando capazes de tomar decisões rápidas para alinhar nosso foco e as atividades planejadas antes que o desvio seja irreversível.

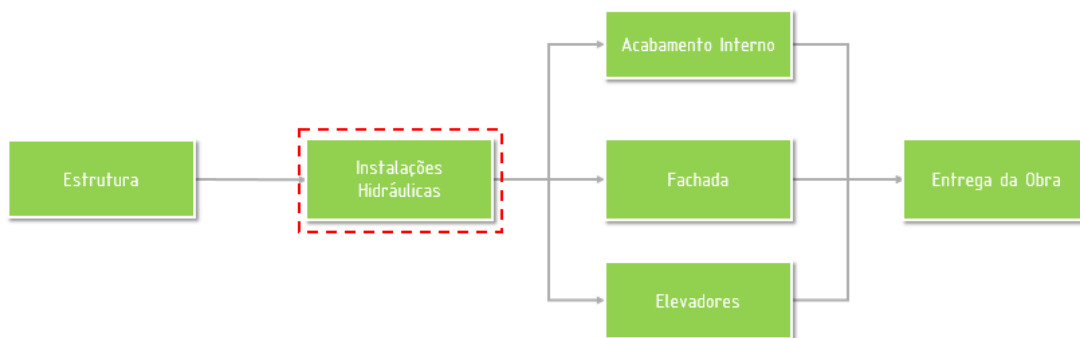
Para isso, pode-se utilizar o PPC (Percentual de Programação Concluída), onde é traçado uma programação por determinado prazo para a atividade e após esse prazo se encerrar, calcula-se a quantidade de atividades concluídas em comparação ao total planejado, resultando em uma porcentagem de assertividade nesta programação. Sendo assim, o PPC informa o êxito em realizar a programação desejada, sendo que ela deve ser realista, acrescentando apenas a meta que realmente podemos alcançar.

## Material e Métodos

Com base em experiências e indicadores da obra estudada, pode-se identificar situações que possuem um grande potencial de melhoria, e com o apoio do corpo de

engenharia, foi possível a implementação da filosofia de lean construction no canteiro de obra.

Como ponto principal desta pesquisa, é destacado que a atividade de instalações hidráulicas além de ser a atividade com maior potencial de otimização, também é responsável por 2,39% do custo final da obra. Além de ser uma atividade com grande impacto financeiro em nossa obra, também é um dos primeiros serviços a serem realizados, sendo determinante para a realização das atividades subsequentes (Figura 01).



**Figura 01** – Sequência de atividades a serem realizadas na obra (Fonte: Autores, 2023).

Como relatado pelo jornal Estadão, em pesquisa realizada pelo Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, gráficos apontaram um desperdício de materiais em obras que corresponderam a cerca de 3% a 8% do custo final da obra. Essas mesmas taxas chegaram a bater 30% na década de 60, mas com o passar dos anos e aumento de preços dos materiais, essas taxas caíram.

Fator este que é possível observar in loco, como uma falta de organização e padronização do canteiro de obras e falta de conscientização dos profissionais direcionados para a realização das instalações hidráulicas, gerando assim grandes desperdícios de materiais (Figura 02 e 03).



**Figura 02 e 03** – Desperdício de materiais identificados dentro da obra (Fonte: Autores, 2023).

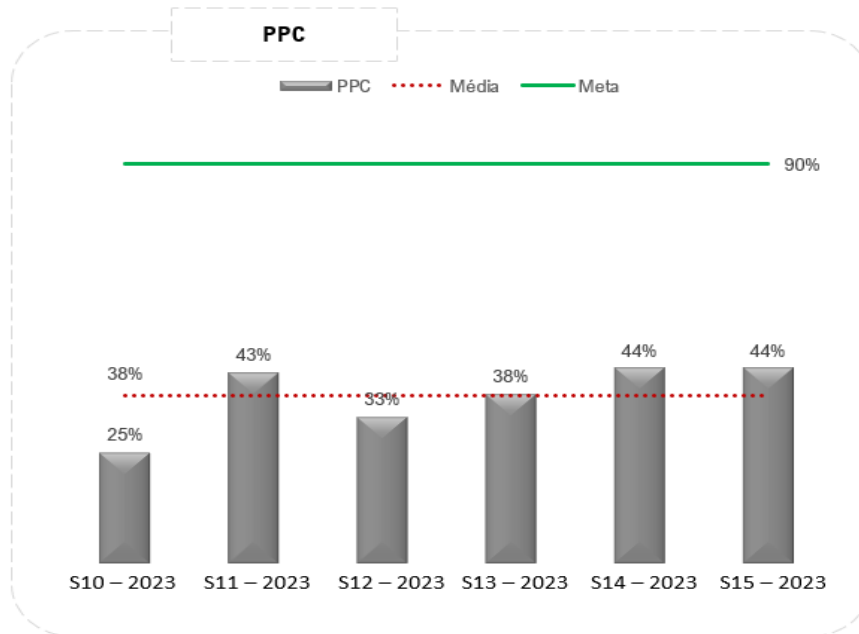
Com o objetivo de examinar as vantagens da aplicação do Lean Construction, este estudo investigará as abordagens empregadas. Será realizada uma análise com base em informações e registros históricos, considerando produtividade, custo, desperdício, indicadores de controle e planejamento, cumprimento de prazos e custo total da obra. Os resultados obtidos serão posteriormente combinados e resumidos, resultando na criação de gráficos e tabelas para uma representação visual mais eficaz.

Após a análise e escolha da atividade de instalações hidráulicas, foi possível acompanhar a fundo como a execução da atividade era realizada. Logo no início era perceptível que o local de trabalho não estava adequado, pois o corte e montagem eram realizados no local da instalação, ocasionando baixa produtividade, ergonomia desfavorável para os funcionários e desorganização do ambiente (Figuras 06 e 07).



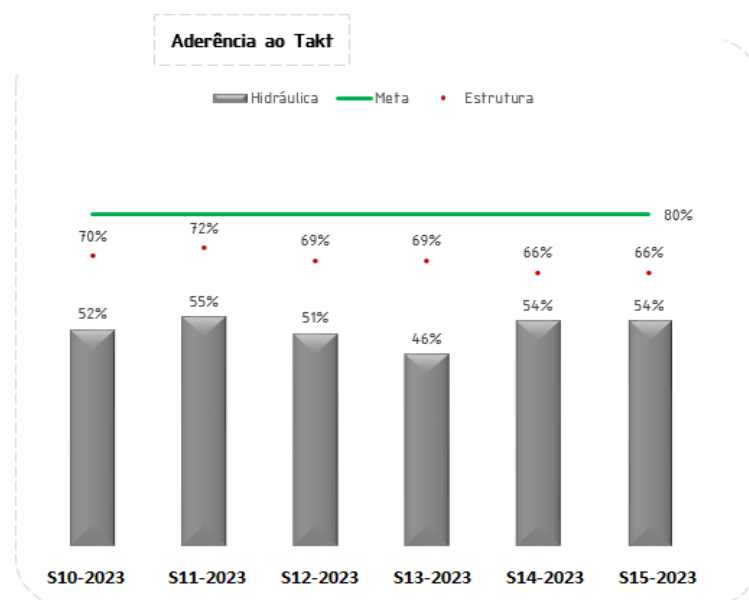
**Figura 06 e 07** – Corte e montagem de instalações hidráulicas sendo realizadas in loco (Fonte: Autores, 2023).

Utilizando indicadores do pensamento lean durante as semanas 10 a 15 do ano de 2023 é possível a comprovação e quantificação dos apontamentos realizados in loco. Como resultado, obteve-se o Percentual de Programação Concluída (PPC) em média 38% durante esse período, sendo que a meta proposta pela empresa era de 90% (Figura 05), mostrando que não estava-se cumprindo a nossa meta planejada, e a aderência ao TAKT em média 52% (Figura 06), também não atingindo sua meta de 80%, expondo um atraso no andamento da atividade em relação ao ritmo previsto no takt.



**Figura 05** – Taxa de adesão aos indicadores PPC durante as semanas 10 e 15 do ano de 2023 (Fonte: Autores, 2023).

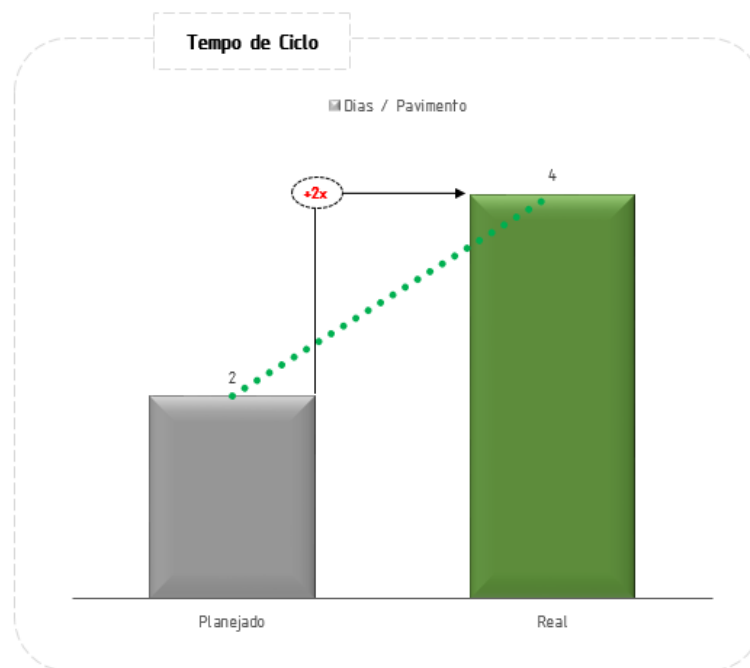
É importante observar na figura 06 que o serviço que antecede a atividade em análise (estrutura) está com uma discrepância que chega até 23%, ocorrendo a quebra da linha de produção, visto que as atividades deveriam estar em sequência, isto prorroga as atividades sucessoras e atrasa na data de entrega do empreendimento.



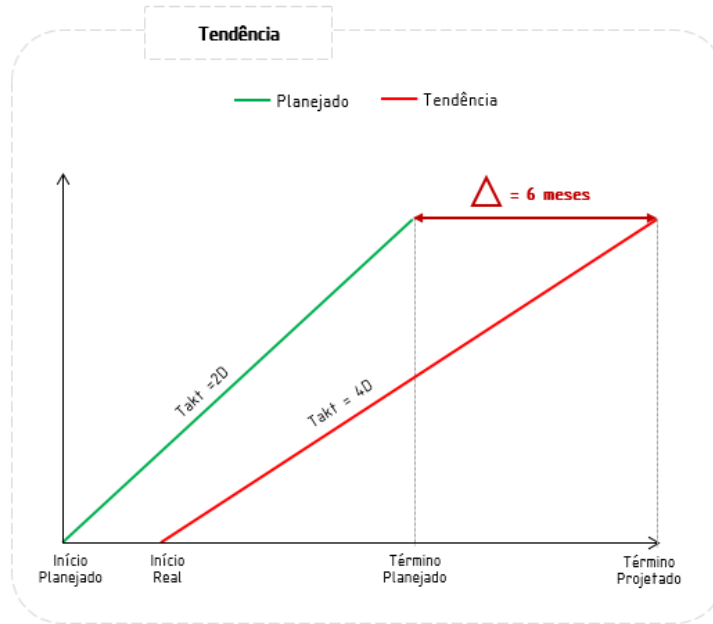
**Figura 06** – Taxa de adesão aos indicadores do TAKT durante as semanas 10 e 15 do ano de 2023 (Fonte: Autores, 2023).

Lembrando que o cálculo do takt-time específico para esta obra resultou em 02 dias/pavimento, e a equipe de instalações hidráulicas estava com funcionários suficientes para realizar a atividade neste tempo planejado.

Verifica-se que o tempo de ciclo da atividade estava em 04 dias/pavimento (Figura 07), o dobro do takt-time previsto (02 dias/pavimento) para a obra atender o prazo, o que ocasionaria em um atraso de 6 meses (Figura 08) para finalizar a obra.



**Figura 07** – Comparativo do tempo de ciclo planejado x real (Fonte: Autores, 2023).



**Figura 08** – Representação do tempo planejado para finalização da obra em relação a nova projeção (Fonte: Autores, 2023).

É necessário identificar que o início real da atividade ocorreu atrasado em relação ao planejado, devido prorrogação no prazo de início da atividade anterior (Estrutura), o que deixa a situação ainda mais crítica. Dessa forma, com o passar do tempo pode resultar em um atraso final de 6 meses na entrega do empreendimento, como identificado no gráfico com o símbolo de Delta.

Estes indicadores mostram o problema, porém não especificam a causa raiz, neste caso, utiliza-se a ferramenta cronoanálise (Figura 10), durante 08 dias, que serve para verificar os momentos da execução do serviço que realmente agregam valor ao produto final e os momentos de desperdícios que não agregam valor, facilitando a visualização de onde há oportunidades de melhoria.

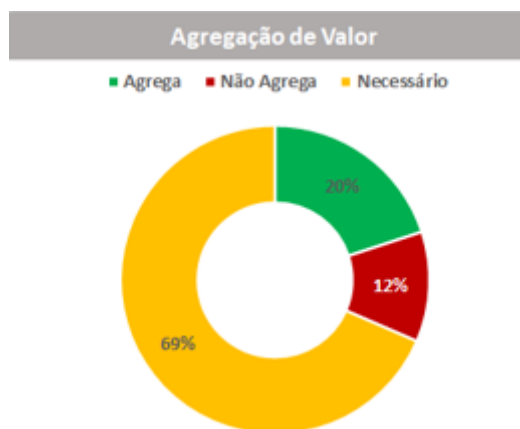
PROCESSO EM ANÁLISE: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS					
#	ATIVIDADE	VALOR AGREGADO	OBSERVAÇÕES	MÉDIA	%
1	Separação Material	Necessário		23,13	45%
2	Corte/Preparação	Necessário		7,05	14%
3	Movimentação/Transporte	Necessário		5,35	10%
4	Conversa	Não Agrega		2,60	5%
5	Retrabalho oriundo de outras atividades	Não Agrega		3,38	7%
6	Montagem	Agrega		10,35	20%

**Figura 10** - Análise crítica de atividades inclusas atualmente nas instalações hidráulicas (Fonte: Autores, 2023).

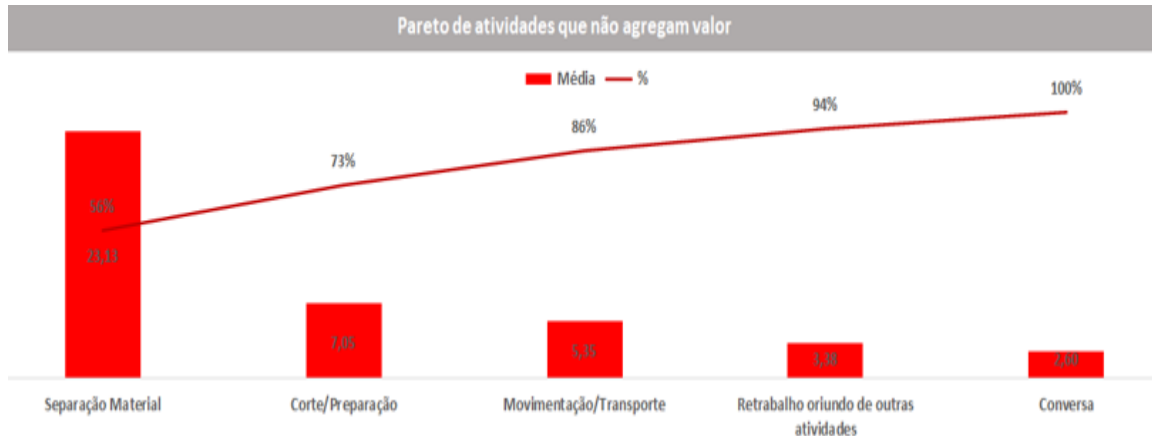
Na tabela, é possível listar as atividades e sua parcela de participação no tempo total (Em horas) da execução do serviço. Foi classificado em 3 grupos com base em seu valor agregado:

1. Não agrega: Atividades que não agregam valor no produto final (Devem ser 100% eliminadas);
2. Necessário: Atividades que também não agregam valor, porém são necessárias para o processo do serviço (Devemos reduzir o máximo possível sem afetar o resultado);
3. Agrega: Atividades que realmente agregam valor ao produto final.

Após reunir as informações, percebe-se que as atividades que agregam valor ao resultado final correspondem a apenas 20% do tempo de execução do serviço (Figura 11) e os outros 80% há possibilidade de otimização para melhorar o processo. Com base no diagrama de pareto criado apenas com atividades que não agregam valor (Figura 12), podem-se identificar 03 atividades que juntas representam 86%, sendo considerada a causa raiz e foco de melhoria a partir de agora.



**Figura 11** – Gráfico de agregação de valor (Fonte: Autores, 2023).



**Figura 12** – Diagrama de pareto para atividades que não agregam valor (Fonte: Autores, 2023).

Foi realizado uma busca de apoio do setor de engenharia da obra estudada para realizar uma reunião de discussão envolvendo os engenheiros, estagiários, mestre de obra e encarregados, para analisar em conjunto as novas informações, imperceptíveis antes do estudo, e buscar um plano alternativo de ação para mitigar os desperdícios. Para auxiliar, foi feito um estudo com base na ferramenta FCA (Figura 13), onde é indicado o problema (Fato), é encontrado a causa raiz (Causa) e assim possível traçar um plano de ação para eliminar a causa (Ação).



**Figura 13** – Ferramenta FCA - Fato, causa e ação (Fonte: Autores, 2023).

É possível concluir que é fundamental preparar uma central de montagem de kits hidráulicos para resolver os problemas de cortes, preparações e montagem das tubulações, sempre mantendo um estoque mínimo de kit para 8 apartamentos (4 dias de serviço), pois, historicamente, o ramo de construção sofre com problemas de mão de obra.

A partir das ações propostas no FCA, foi criada uma central de montagem de kits hidráulico (Figura 14), com o estoque de conexões separadas por modelo, policorte e mesa com régua de medidas para sanar as dificuldades e aumentar a produtividade do corte e montagem.



**Figura 14** – Central de Kits hidráulicos (Fonte: Autores, 2023).

Com essa adaptação, foi possível montar um kit modelo e deixá-lo amostra para facilitar a produção padronizada do mesmo (Figura 15), evitando erros de medida e retrabalhos no momento da instalação.



**Figura 15** – Kit hidráulico modelo para 2 apartamentos (Fonte: Autores, 2023).

## Resultados e Discussão

A atividade de instalações hidráulicas foi dividida em 4 grandes fases (Figura 16) nas quais foi apurado oportunidades de melhoria e desenvolvemos as ações do FCA:

1. **Pré montagem de tubulações:** Corte e montagem do kit na central;
2. **Kit de conexões:** Separação de conexões e consumíveis para conectarmos o kit ao restante da instalação (Figura 17);
3. **Disposição no trabalho:** Abastecimento do kit hidráulico e conexões nos apartamentos;
4. **Montagem final:** Instalação do kit completo no local.

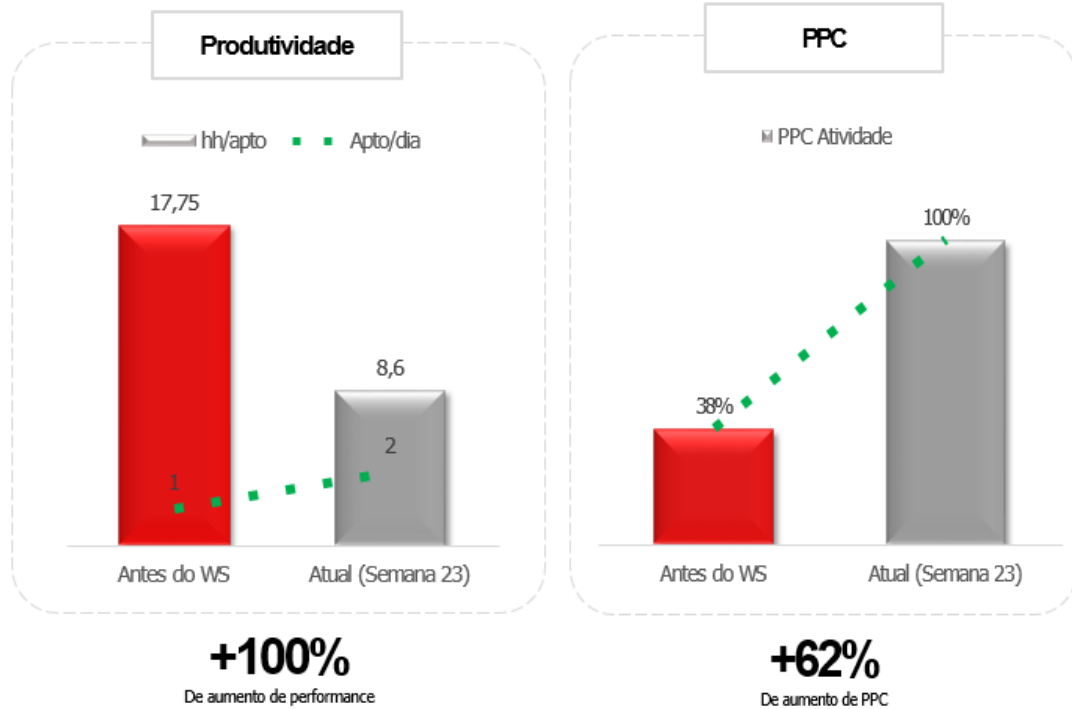


**Figura 16** – Fases de desenvolvimento (Fonte: Autores, 2023).

Kit de Conexões - Cozinha	Kit de Conexões - Banheiro
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2und Curva 45º 25mm;</li> <li>• 35cm Fita Perfurada;</li> <li>• 6un Pino de Aço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4un Curva 45º 25mm;</li> <li>• 1 un Tee 25mm;</li> <li>• 1un Luva 25mm x 1/2";</li> <li>• 1un Curva 90º 25mm;</li> <li>• 10un Pino de Aço</li> <li>• 90cm Fita Perfurada;</li> </ul>

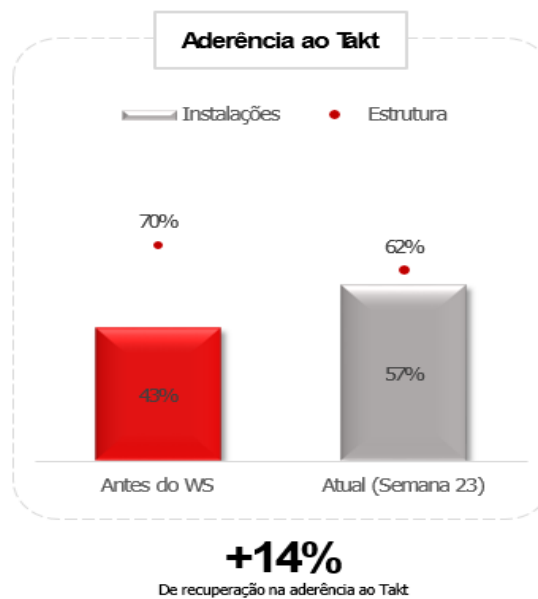
**Figura 17** – Materiais necessários para instalação do kit in loco (Fonte: Autores, 2023).

Logo no início não estava sendo atingido nem a marca de 50% de percentual de programação concluída (PPC) durante a obra, para nossa surpresa foi atingido a marca de 100% (Figura 18), além do aumento da produtividade representado pelos indicadores (Figura 19).



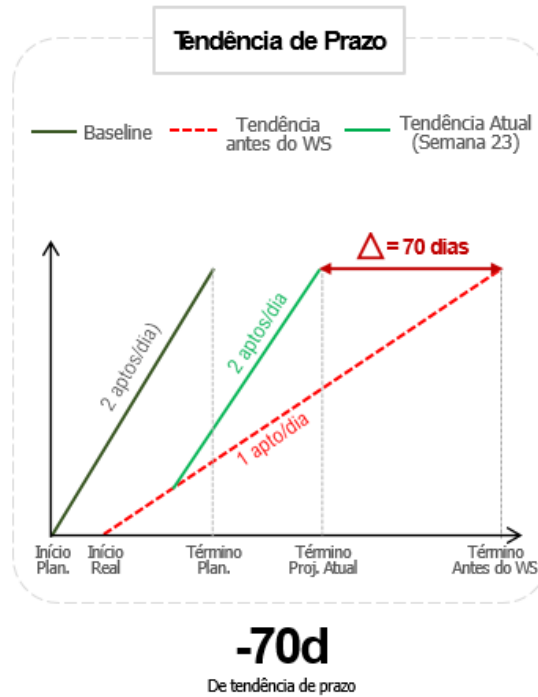
**Figuras 18 e 19** – Indicadores de produtividade e PPC, respectivamente (Fonte: Autores, 2023).

Em sequência aos resultados dos indicadores, foi traçado o paralelo do prazo de execução e finalização do empreendimento, podendo observar um aumento considerável na aderência ao takt, diminuindo a discrepância entre a atividade anterior (Figura 20), o que influencia diretamente no prazo de execução de obra (Figura 21).



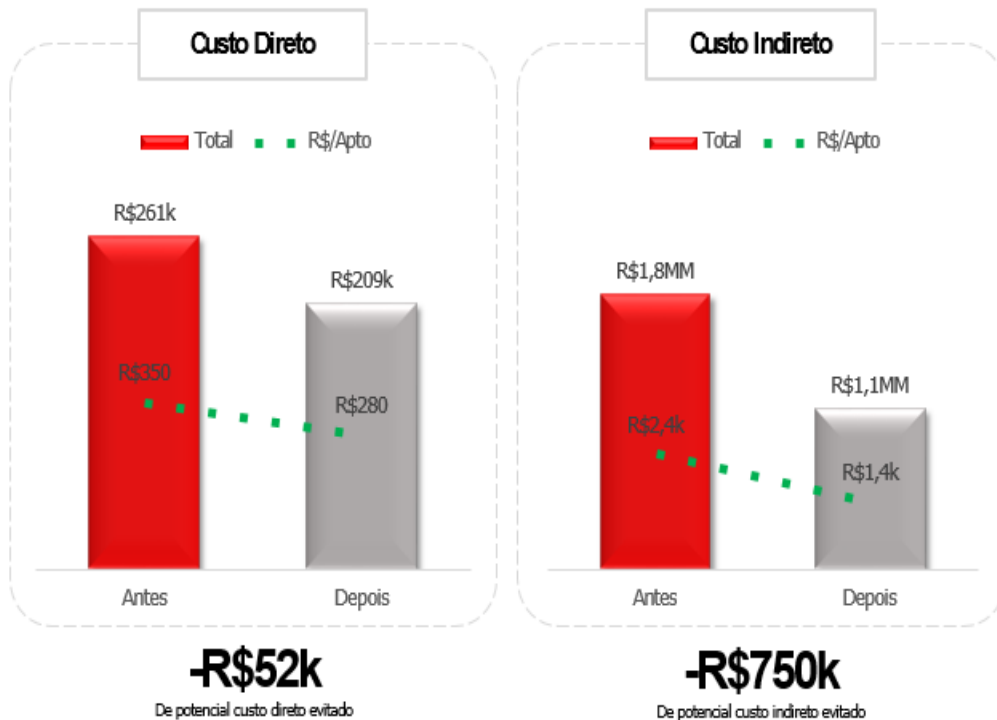
**Figura 20**– Indicadores de aderência ao takt (Fonte: Autores, 2023).

Como citado, os resultados obtidos influenciam diretamente no prazo final da obra, gráfico a seguir (Figura 21) mostra que é possível a entrega do empreendimento com 70 dias a menos do que esperado antes das novas implementações, isso devido a otimização de produção onde agora é possível finalizar os serviços em 2 apartamentos por dia. Sendo assim, mais de 2 meses com custos operacionais e salários dos funcionários economizados.



**Figura 21** – Indicadores da tendência de prazo (Fonte: Autores, 2023).

Para finalizar, é exposto um dos pontos que mais chama a atenção quando se implementa uma nova filosofia, a economia financeira. Os gráficos abaixo indicam uma redução de custo de mais de 800 mil no final da obra (Figura 22 e 23), redução esta que conta com 52 mil reais de custo direto onde é englobado mão de obra e materiais, e 750 mil reais de custo indireto, que são custos adicionais da obra como, custo operacional e multas por atraso na entrega do empreendimento.



Figuras 22 e 23 – Indicadores de custo direto e indireto (Fonte: Autores, 2023).

## Conclusões

O setor da Construção Civil assim como nossa sociedade se encontra em constante evolução, é necessário cada vez mais nos adaptarmos às novas filosofias e tecnologias para podermos acompanhar este processo. O lean construction apesar de ter surgido na década de 60 ainda é uma das ferramentas com mais potencial de uso dentro de uma obra, podendo alavancar a produção e reduzir gastos irrelevantes. Ao lado da filosofia Lean surgiram diversos métodos de acompanhamento de obras como TAKT, Linha de Balanço e Indicadores PPC, indicadores estes que nos possibilitam um olhar mais transparente das evoluções de trabalho em nosso empreendimento.

O estudo teve por finalidade desde o início a procura por métodos que otimizam a produção, e através de mudanças no canteiro e principalmente na capacitação dos profissionais, foi possível chegar em um resultado positivo como apresentado.

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que uma adaptação pontual em nosso canteiro de obra possibilitou diminuir todo desperdício de materiais que por muitas vezes ficavam ocultos, outro processo que ajudou a chegar neste resultado, é o planejamento de uso de materiais, com a construção dos kits de hidráulica em um compartimento separado, foi possível ter um controle maior de materiais que precisavam ser comprados, evitando assim

a compra de materiais desnecessários ou de quantidades inadequadas.

Também pode-se notar que este processo de otimização ainda tem margem para crescimento, com os treinamentos específicos para a inserção de novos métodos de produção no nosso dia a dia. Reuniões entre o corpo de engenharia e a mão de obra com mais frequência também agregarão neste processo, de forma em que todos estejam alinhados, desde o planejamento das execuções até a realização dos processos.

Por fim, pode-se ter a noção ainda mais clara do lean construction em nosso estudo de caso, onde a aplicação desta filosofia nos possibilitou uma redução de desperdícios de materiais, aumento da produtividade, planejamento com mais antecedência e um acompanhamento simultâneo das tarefas executadas.

### **Referências Bibliográficas**

ALLEN, David. **A arte de fazer acontecer**, Elsevier, 2005. 116 p.

ISATTO, Eduardo Luis, et. Alii . **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle e perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000.

TAYLOR, Frederick. **Princípios de Administração Científica**. São Paulo: 7 ed. Editora Atlas S.A., 1971.

WOMACK, James P., JONES, Daniel T., ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Roberto dos Reis Alvarez; José Antonio Valle Antunes Jr. **TAKT-TIME: CONCEITOS E CONTEXTUALIZAÇÃO DENTRO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO:**

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/gp/a/RZFdSpRQdjVmWcjT6ZCLJnM/?format=pdf>>. Acesso: 05/09/2023

**CBIC REVISÃO PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO E CONSTRUÇÃO DEVE CRESCER 15% EM 2023**, Cbic, 2023. Disponível em: <<https://cbic.org.br/cbic-revisa-projecao-de-crescimento-e-construcao-deve-crescer-15-em-2023/>>. Acesso em: 23/08/2023.

**DESEMPENHO CONSTRUÇÃO CIVIL E PERSPECTIVAS**, Cbic, 2023. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2023/07/desempenho-cc-e-perspectivas-julho-2023-final.pdf>>. Acesso em: 11/08/2023.

**NO BRASIL 58 MILHÕES DE FAMÍLIAS NÃO TEM CASA OU VIVEM EM MORÁDIAS PRECÁRIAS APONTA RELATÓRIO**, Paranashop, 2022. Disponível em: <<https://paranashop.com.br/2022/09/no-brasil-58-milhoes-de-familias-nao-tem-casa-ou-vivem-em-moradias-precarias-aponta-relatorio>>. Acesso em: 05/08/2023.

Lauri Koskela. **APPLICATION OF THE NEW PRODUCTION PHILOSOPHY TO CONSTRUCTION**. Techinal Report #72, STANFORD UNIVERSITY. Setembro 1992.



Disponível em: <<https://leanconstruction.wordpress.com/downloads>>. Acesso em: 02/09/2023.

LEFF, Enrique A. CRUZ; Matheus B. D; MONTEIRO, Isabella P. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade: Dependência tecnológica e desenvolvimento sustentável**. 3. Ed. São Paulo, 2004. p. 199-202.