



Gestão & Gerenciamento

ESTUDO DE CASO NOS IMPACTOS DA FILOSOFIA LEAN EM OBRAS MULTIFAMILIARES

CASE STUDY ON THE IMPACTS OF LEAN PHILOSOPHY ON MULTI- FAMILY WORKS

Renato Barbosa Oliveira

Engenheiro Civil; Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil;

oliveira.renato461@gmail.com

Rafael Felipe Teixeira Rodrigues

Mestrando em Engenharia Urbana; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,
RJ, Brasil

rafaelftr@poli.ufrj.br

Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar os impactos da filosofia lean em obras multifamiliares de empreendimentos da cidade de São Paulo. A pesquisa será baseada em um complexo da construtora MRV Engenharia e Participações chamadas Grand Reserva situado na zona norte de São Paulo. O complexo teve diversos empreendimentos que utilizaram ou não a filosofia Lean. O artigo analisará a questão de impacto nos custos indiretos e diretos dos empreendimentos, explicará os fundamentos do lean aplicados e quais foram os ganhos em prazo e em custo dos empreendimentos.

Palavras-chaves:

Abstract

The present study aims to analyze the impacts of the lean philosophy on multifamily projects in the city of São Paulo. The research will be based on a complex owned by the construction company MRV Engenharia e Participações called Grand Reserva located in the north of São Paulo. The complex had several projects that used or did not use the Lean philosophy. This article will analyze the issue of impact on the indirect and direct costs of projects, explain the fundamentals of Lean applied and what were the gains in time and cost of the projects.

Key words:

1 Introdução

Devido à crise do petróleo de 1973 que desencadeou uma recessão no mundo, a Toyota Motor Company mesmo com uma queda nos lucros, foi mantido números melhores que as outras empresas na época (OHNO, 1997).

O crescimento da Toyota mesmo em um período de recessão econômica despertou interesse em conhecer o sistema utilizado na companhia (Burgos; Ferreira, 2015). Nas tentativas de conhecer como eram feitos os processos foram reveladas duas ferramentas utilizadas na época. O “Just-in-Time (JIT)” e o “Kanban”. Segundo Ghinato (1996), ambas as ferramentas eram processos chave do sucesso da metodologia.

Conforme explicado por Alves (1995) o JIT visa diminuir, ou até eliminar, desperdícios no processo, tal como retrabalho. Visto que isso é correção devido a alguma incapacidade no processo fabril. Outros dois itens da filosofia é sempre encorajar a melhoria constante do processo e entender e responder às necessidades dos clientes.

Já o Kanban é um sistema onde é utilizado cartões para informar a produção ou movimentação de interna (SILVA; VOLANTE, 2019).

Como citado acima o começo do Lean foi utilizado em montadoras de automóveis e em 1992 um finlandês chamado Lauri Koskela implementou na construção, assim dando o surgimento do *Lean Construction* (SILVA; PAIVA, 2017).

De acordo com o levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) a construção teve uma receita bruta de 467 milhões de reais. Deste montante, 382 milhões foram destinados a despesas, divididos em 154 milhões gastos em serviços, 90 milhões em materiais e o restante em gastos diversos.

Considerando que na construção há um desperdício de 25% em média nas edificações (GALCERAN, 2013), tal como superprodução, espera, qualidade do serviço, entre outros, há um potencial de economia de 61 milhões considerando serviços e materiais do estudo levantado pelo IBGE em 2022.

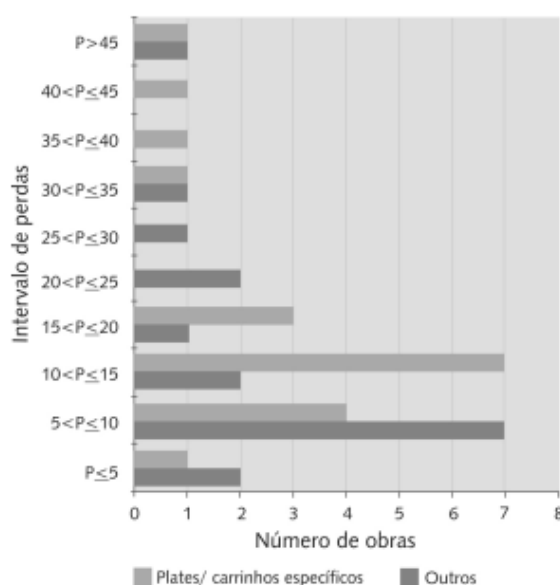
Em estudos realizados por Silva e Paiva (2017) foi notado que quando bem implementada a filosofia contribui para a redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos, porém há dificuldades da implementação total do *Lean Construction*, sendo por comodismo das empresas ou por não enxergarem os ganhos.

Já Burgos e Ferreira (2015) chegaram a conclusões semelhantes e afirmando que o *Lean Construction* pode ser aplicado em construções residenciais e que podem ser um diferencial para empresas que utilizam a metodologia.

Galcenran (2013) compartilha da opinião dos autores citados anteriormente e reforçando que com ao avanço de novas tecnologias e melhora no controle de qualidade dos projetos haverá uma grande possibilidade na redução de desperdícios de material na construção. Assim, é possível perceber que a indústria da construção civil possui um grande potencial para aplicação do *Lean Construction*, principalmente em obras residenciais, onde o processo é repetitivo. O objetivo deste estudo é verificar a aplicação e os benefícios do Lean, tanto em termos de prazo quanto de custo em projetos multifamiliares.

Então, esta pesquisa visa analisar a metodologia *Lean Construction* no impacto de prazo, separando em estrutura, acabamento e externa do empreendimento. Verificar se há acréscimo nos custos indiretos em empreendimentos com a filosofia Lean. Estudar as principais variações em custos de construção dos empreendimentos que utilizaram a filosofia Lean. Que se justifica devido à escassez de mão de obra qualificada que produz grandes perdas na indústria da construção. Galcenran (2013) cita que isso ocorre devido a pouca experiência e treinamento dos funcionários. No universo analisado por Agopyan et al. (1998) foi analisado o desperdício de blocos e foi concluído que parte do desperdício foi pelo transporte inadequado do material.

Figura 1 – Distribuição amostral dos resultados de perdas considerando o tipo de equipamento de transporte



Fonte: Agopyan et al. 1998 (p.243)

Agopyan et al. (1998) analisou o desperdício em argamassa e concluiu que 80% do gasto maior do previsto é devido a espessura maior que o recomendado do material. Carvalho et al (2014) complementa que dentre os materiais que mais geram resíduos na construção são argamassa, concreto e cerâmica.

Dos itens que são considerados perdas na construção, há a perda no transporte. Onde Vargas et al. (1997) afirma que é possível perder até 50% do tempo da mão de obra de um ajudante.

Segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) em 2010 o Brasil tinha um volume de 33 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD), porém em 2019 o volume aumentou para 44,5 milhões reforçando o panorama de impacto ambiental constatado por Carvalho et al. (2014).

Silva e Paiva (2017) cita que devido ao aumento dos custos para projetos habitacionais torna-se importante a aplicação de métodos onde seja possível uma redução de desperdícios. Antes mesmo Arantes (2008) afirma que as construtoras estão cada vez mais aplicando métodos onde seja possível a diminuição dos desperdícios, ou seja de mão de obra ou ferramentas ineficientes.

Dentre deste contexto, considerando as pesquisas citadas, desenvolvidas para análise da aplicação de uso do *Lean Construction* na construção civil verifica-se que há importância de um estudo que reforce a importância de métodos onde seja possível diminuir perdas de tempo e material na construção civil.

3 Revisão da literatura

3.1 Sistema Toyota de Produção

Segundo Ohno (1997) antes da crise do petróleo em 1973 as pessoas demonstravam pouco interesse sobre a tecnologia de fabricação e processo de produção da Toyota Motor Company. O método de construção americano onde o foco era baixo custo produzindo em massa com menor lucro não poderia ser lucrativo, afirma Ohno (1997).

Womack e Jones (2004) citado por Silva (2016) afirma que após a segunda guerra muitos dos trabalhadores japoneses da Toyota foram demitidos. Silva (2016) cita que a empresa estava à beira da falência, porém apresentou bons resultados se comparado com outras companhias. Ohno (1997) reforça que mesmo com uma queda nos lucros o Toyota desempenhou melhor que outras empresas.

A Toyota enfrentou diversos desafios e segundo Dennis (2008, p25) foram os seguintes:

- *O mercado interno era pequeno e demandava uma grande variedade de veículos - caminhões grandes para carregar produtos para o mercado, caminhões pequenos para agricultores, carros de luxo para a elite e carros pequenos adequados para as estradas estreitas e altos preços do combustível do Japão.*

- *A economia japonesa, devastada pela guerra, estava carente de capital. Portanto, um grande investimento nas últimas tecnologias ocidentais era impossível.*
- *O mundo externo já possuía dezenas de fábricas de automóveis já estabelecidas, ansiosas para se fixar no Japão e defender seus mercados contra exportações japonesas.*

Tendo essas restrições citadas por Dennis (2008) Kiichiro Toyoda teve que fornecer algumas seguranças para os seus funcionários, dentre elas Dennis (2008) cita emprego vitalício e acesso às instalações.

Segundo Conte e Gransberg (2001) a ideia inicial de produção era atender conforme a demanda dos clientes. Assim se tornando superior que a de Ford, onde havia poucas variações. Segundo Silva (2016) era assegurado um ritmo planejado para o processo produtivo, gerando um fluxo contínuo de produção.

Ohno (1997) reforça que a base do sistema Toyota de produção era focada em eliminação de desperdícios e os dois principais pilares para isso ocorrer é Just in Time (JIT) e Automação com um toque humano.

3.2 Just in time (JIT)

Ghinato (1995) afirma que “verdadeira revolução” e “mudança de paradigma” eram frases constantemente associadas ao Just in Time (JIT) devido ao impacto que ele trouxe na administração da produção.

O JIT visa administrar a linha de produção de forma simples e eficiente, otimizando o uso de recursos, equipamentos e mão de obra, explica Alves (1995). Ainda é reforçado que há três ideias básicas sobre o JIT, sendo elas integração e otimização, melhoria contínua e entender a necessidade do cliente.

Arantes (2008) explica que o Just in Time (JIT) é o conceito de produção onde os itens são executados na hora certa e nas quantidades necessárias seguindo os requisitos do cliente. Alves (1995) reforça esse conceito em o fabricante ter somente os itens que são necessários para a produção do item.

No conceito JIT desenvolveu-se o sistema Kanban, citado por Silva e Volante (2019). Ambos explicam que esse sistema são cartões onde são autorizados a produção e movimentação dos itens pelo processo produtivo.

Como mostra Silveira et al. (2017) os cartões apresentam principais necessidades em um canteiro de obra, sendo concluído por eles que o tempo de espera é relativamente reduzido pois o abastecimento é realizado por turnos de trabalho de forma planejada.

Entretanto é explicado por Santos (2016) que o sistema Just in Time (JIT) precisa de uma priorização, já que toda a empresa acompanhará as mudanças do método.

3.3 Automação (Jidoka)

Ohno (1997) cita que além do JIT há automação humana foi fundamental para o sistema Toyota de produção. A automação, mais conhecido como Jidoka, foi explicado por Guinato (1995) que é além da automação de maquinário, mas sim “...o conceito de automação

tem muito mais identidade com a ideia de autonomia do que com automação.” (GUINATO, 1995, p. 172).

Dennis (2008) além de reforçar os pontos citados por Ohno (1997) e Guinato (1995) cita que Jidoka vai além disso, mas sim criar processos livres de defeitos por fortalecer a rápida atuação quando há defeitos no processo produtivo e feedback para tomadas de decisão.

Jidoka vai além de métodos para sistemas produtivos industriais, mas pode ser desenvolvido em qualquer tipo de negócio onde haja processos padronizados, como afirmado por Mendes et al. (2013).

Mendes et al. (2013) reforça que o Just in Time (JIT) o Jidoka é considerado um pilar de sustentação do Sistema Toyota de Produção.

Entretanto para a autonomia acontecer é necessário retirar a ação humana de determinados processos, já afirmado por Santos (2016). E é citado por Martins (2009) que para remover a ação humana é necessário possuir algumas características.

Tabela 1 – Características essenciais para automação

Ciclo automático	A energia para a execução da atividade não vem do operador.
Detecção autônoma de problemas	O foco da atividade do operador precisa estar na resolução do problema e a detecção deixar de forma autônoma.
Dispositivos de segurança adequados	Dispositivos de segurança sem a presença do operador precisa ser analisado e implementado.

Fonte: Martins, 2009 – Adaptado pelo autor

3.4 Lean Construction

Ao longo dos anos a indústria da construção vem sido negligenciada, demonstrando perdas, tal como com material (KOSKELA, 1992) e ainda afirma que para ocorrer mudanças no setor é necessário mudar a forma de pensar. Alarcón (1997) cita que a aplicação de Lean na construção é simples, bastando organizar o processo e eliminar desperdícios, mas há dificuldades que a peculiaridade de cada obra impõe, pontua Koskela (1992).

Burgos (2015) concluiu em seu estudo em obras do Brasil que o Lean Construction pode ser aplicado com sucesso nas obras e se tornar um diferencial para a construtora, porém é algo que precisa ter o envolvimento de toda a companhia.

Koskela (1992) menciona que recomenda dividir as atividades nas quais agregam valor e as que não agregam valor ao cliente. Sendo as que agregam valor as tarefas onde resulta o produto final e as que não agregam, que consomem tempo sem acréscimo a tarefa. Ele não é o único a explicar de uma divisão, Picchi (2003) exemplifica uma divisão voltada para a construção seguindo os itens.

- Fluxo de negócio: é o mais longo e abrange o processo inteiro. Focado mais na parte administrativa onde é a informação que é transferida entre os setores;
- Fluxo de projeto: é o fluxo focado em entender a necessidade do cliente e direcionado ao desenvolvimento dos projetos;

- Fluxo de suprimentos: fluxo com o objetivo de garantir entregas e esforço conjunto para a redução de desperdício;
- Fluxo de obra: fluxo que garante a aplicação dos esforços na construção utilizando as ferramentas adequadas;
- Fluxo de uso/manutenção: fluxo onde construções novas não são o foco, mas merece atenção na eliminação dos desperdícios.

Para Koskela (1992) existem princípios que ajudam na gestão dos processos do *Lean Construction* que serão tratados no próximo tópico.

3.5 Princípios do Lean Construction

O Lean precisa de algumas estratégias para uma boa aplicação, conforme citado por Tonin e Schaefer (2013). Os autores citam que para um bom desempenho da filosofia é necessária uma boa estratégia.

3.5.1 Redução de atividades que não agregam valor

Esta etapa define em retirar dos processos as atividades que não agregam valor ao produto final, afirma Silva e Paiva (2017). Anteriormente Koskela (1992) cita exatamente a necessidade de definir quais tarefas agregam valor e quais não, assim podendo retirar essas.

Trazendo a definição de Torres (2024) onde atividades que não agregam valor se configuram como perdas e ao implementar práticas enxutas é possível reduzir, tornando-as visíveis as pessoas que participam do processo.

No estudo conduzido por Torres (2024) ela avaliou obras de estrutura de concreto e para mapear ela entrevistou quem participava do processo, afim de entender quais tarefa agregavam valor ou não.

Mas é importante destacar a importância das pessoas que envolvidas no processo participarem, como afirma Silva e Paiva (2017) há ações necessárias, tal como inspeções e treinamento de equipe que podem passar a impressão de atividade sem valor agregado. Santos (2016) reforça que o transporte de material não é uma atividade que agrega valor, porém é necessária para a execução do serviço.

3.5.2 Redução de variabilidade do processo

Maia Filho (2019) que a preocupação na redução de variabilidade está ligada diretamente aumento de ciclo do processo, já que tende a ter um aumento significativo das atividades.

Formoso (2000) entende que a variabilidade do processo é definida em três, sendo:

- Variabilidade nos processos anteriores: este item está relacionado ao fornecedor, tal como variação em tamanho de blocos de concreto;
- Variabilidade no próprio processo: variação na execução, tal como instalação de azulejo;
- Variabilidade na demanda: preferências do cliente, tal como solicitação de outro tipo de piso disponibilizado pela construtora.

Koskela (1992) reforça os mesmos itens citados por Formoso (2000) e acrescenta que é essencial lidar com a variabilidade medindo e entendendo, com isso encontrado a causa raiz e identificando se é possível trabalhar nela ou é algo inerente ao processo.

3.5.3 Redução de tempo de ciclo de produção

Formoso (2000) explica que a definição de tempo ciclo é feito com a soma de todos os tempos, sendo eles, transporte, espera, processamento e inspeção para produzir um produto.

Koskela (1992) afirma para diminuir o tempo de ciclo é necessário focar em redução dos tempos de transporte, espera e inspeção. Com a redução do tempo de ciclo, Formoso (2000) cita as principais vantagens:

- *Entrega mais rápida ao cliente: ao invés de se espalhar por todo o canteiro de obras, as equipes devem se focar na conclusão de um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores. [...];*
- *A gestão dos processos torna-se mais fácil: o volume de produtos inacabados em estoque (denominado de trabalho em progresso) é menor, o que tende a diminuir o número de frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e do uso do espaço físico disponível;*
- *O efeito aprendizagem tende a aumentar: como os lotes são menores, existe menos sobreposição na execução de diferentes unidades. Assim, os erros apareçam mais rapidamente, podendo ser identificadas e corrigidas as causas dos problemas. [...];*
- *A estimativa de futuras demandas são mais precisas: como os lotes de produção são menores e concluídos em prazos mais reduzidos, a empresa trabalha com uma estimativa mais precisa da demanda. Isto torna o sistema de produção mais estável;*
- *O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda: pode-se obter um certo grau de flexibilidade para atendimento da demanda, sem elevar substancialmente os custos, pois algumas alterações de produto solicitadas podem ser implementadas com facilidade nos lotes de produção subsequentes.*

Santos (2016) afirma que em obras que não são aplicadas as metodologias lean há uma menor preocupação com o estudo do fluxo de trabalho e ao surgir um problema não é tratada a causa raiz.

3.5.4 Simplificar por movimentação

Arantes (2008) explica que qualquer movimento desnecessário e que não acrescenta valor ao processo é desperdício. Na construção ela define que essas percas em movimentação podem ocorrer com uma má distribuição do material.

Já Maia Filho (2019) cita um outro exemplo, que é o uso de elementos pré fabricados para a diminuição de etapas.

Ambos os autores citam uma diminuição de etapas no processo para uma simplificação de movimentos.

4 Aplicação do Lean Construction na construção civil

Para aplicação de Lean Construction em obras da MRV Engenharia e Participações foram utilizadas algumas ferramentas, que algumas foram citadas nas literaturas estudadas.

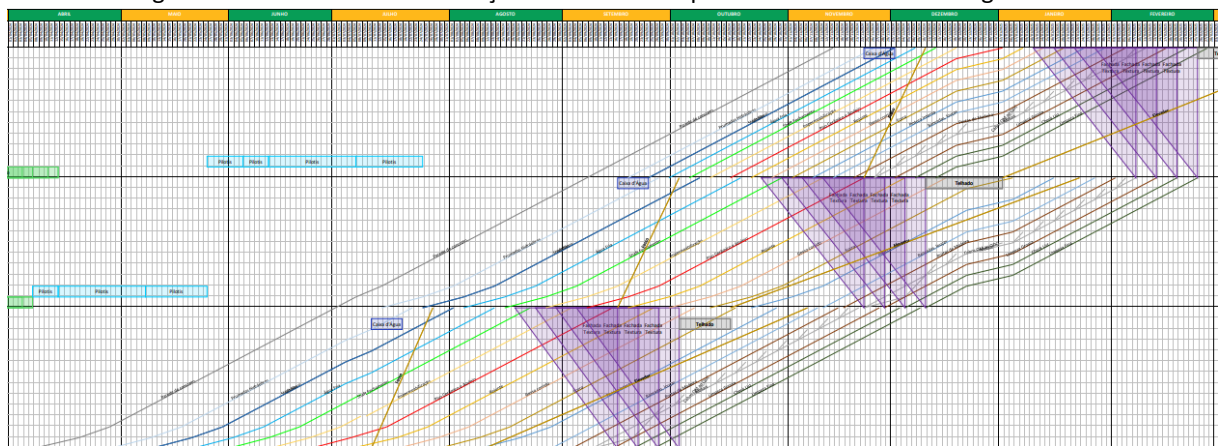
4.1 Linha de Balanço

Junqueira (2006) explica que a linha de balanço é uma técnica de planejamento que considera a repetição das atividades. Ele afirma que com ela é possível ter uma visão mais simples das atividades e sequenciamento.

Conforme afirma Gomes et al. (2021) a linha de balanço auxiliar na visualização de ritmo planejado e trazer o conceito lean de uma forma mais clara.

Nas obras da MRV Engenharia utiliza-se o conceito de linha de balanço onde o eixo vertical considera-se os blocos, horizontal as datas e cada linha representa uma atividade.

Figura 8 – Foto da linha de balanço utilizada em empreendimentos da MRV Engenharia



Fonte: MRV Engenharia e Participações

Como é possível ver as atividades planejadas apresentam um sequenciamento entre si, as linhas estão contínuas, e apresentando pouco tempo de espera entre atividades. O tempo de espera é possível perceber pela distância entre as linhas, quanto mais afastadas elas estão, maior o tempo de espera para iniciar a próxima atividade.

Nas obras que utilizaram a filosofia lean foram utilizadas o conceito da linha de balanço para ajudar a entender o início e fim das atividades, sequenciamento e se apresentava alguma atividade com tempo de espera maior que o recomendado.

4.2 Planejamento de médio prazo

A linha de balanço contribui para o planejamento de longo prazo, porém para entender as restrições e a gargalos nas atividades de uma obra, conforme citado por Ballard e Tommelein (2021).

Figura 9 – Aplicação de médio prazo em empreendimentos da MRV Engenharia

Fonte: MRV Engenharia e Participações

Nas obras da MRV Engenharia é aplicado o Médio Prazo, onde são analisadas as atividades das próximas 8 semanas do empreendimento. Nessas reuniões semanais o principal objetivo é levantar restrições, tanto de serviço quanto de material, para as próximas atividades.

Ao criar planos de ação para cada restrição há o mapeamento e clareza do processo e do que precisa ser feito para a atividade ocorrer conforme o planejamento.

Ballard e Tommelein (2021) cita em seu estudo essa mesma forma de trabalho, verificando as atividades críticas e suas restrições colocando uma análise entre 3 a 12 semanas a partir da semana da reunião.

5 Estudo de caso

Nesse capítulo será abordado o estudo de caso de um complexo executado pela MRV Engenharia e Participações na zona norte de São Paulo, chamado Grand Reserva.

Figura 13 – Foto do complexo Grand Reserva



Fonte: MRV Engenharia e Participações - Claudio Pires Costa

Os condomínios analisados tem um conjunto de 2 torres de 18 andares com oito apartamentos por andar, sendo um edifício para estacionamento pré-moldado. Entre eles estão 19 condomínios listados abaixo.

- Spazio Alto do Mirante
- Spazio Bosque dos Jequitibás
- Spazio Bosque Maia
- Spazio Cachoeira da Nascente
- Spazio Cambury
- Spazio Chácara das Flores
- Spazio Guarapiranga
- Spazio Ibirapuera
- Spazio Ilha Anchieta
- Spazio Interlagos
- Spazio Jardim Botânico
- Spazio Nascente do Riacho
- Spazio Pinheiros
- Spazio Por do Sol
- Spazio Praia da Enseada
- Spazio Rio Bonito
- Spazio Serra da Mantiqueira
- Spazio Serra do Mar
- Spazio Villa Lobos

Foram construídos ao longo de 6 anos tendo sua finalização no segundo semestre de 2023. Serão abordados os principais índices de custo e durações de obras com e sem aplicação de Lean Construction.

5.1 Ferramentas utilizadas nas obras

Nos 19 empreendimentos analisados somente alguns utilizaram a filosofia Lean Construction com algumas ferramentas que auxiliavam no planejamento da obra e análise de restrições.

Das obras apresentadas duas utilizaram a filosofia Lean, sendo elas Spazio Serra da Mantiqueira e Spazio Rio Bonito. Foram utilizadas as de médio prazo, Gaant, 5 porquês, diagrama de espinha de peixe, análise de restrições, reuniões diárias, entre outras.

5.2 Análise de prazo

Abaixo estão as datas de início dos empreendimentos sendo considerado todos com o marco do início da fundação.

Tabela 2 – Prazo dos empreendimentos

Empreendimento	Início	Término	Prazo (meses)	Lean?
Spazio Alto do Mirante	05/2017	11/2019	30	Não
Spazio Bosque dos Jequitibás	05/2019	02/2021	21	Não
Spazio Bosque Maia	08/2017	07/2019	23	Não
Spazio Cachoeira da Nascente	09/2017	01/2020	28	Não
Spazio Cambury	10/2019	08/2021	22	Não
Spazio Chácara das Flores	07/2017	09/2019	26	Não
Spazio Guarapiranga	08/2019	07/2021	23	Não

Tabela 2 – Prazo dos empreendimentos

Empreendimento	Início	Término	Prazo (meses)	Lean?
Spazio Ibirapuera	05/2020	07/2022	26	Não
Spazio Ilha Anchieta	10/2018	07/2020	21	Não
Spazio Interlagos	03/2020	12/2021	21	Não
Spazio Jardim Botânico	11/2018	11/2020	24	Não
Spazio Nascente do Riacho	08/2020	09/2022	25	Não
Spazio Pinheiros	03/2018	07/2020	28	Não
Spazio Por do Sol	05/2017	11/2019	30	Não
Spazio Praia da Enseada	11/2017	07/2020	32	Não
Spazio Rio Bonito	06/2021	07/2023	25	Sim
Spazio Serra da Mantiqueira	10/2020	04/2023	30	Sim
Spazio Serra do Mar	12/2017	04/2020	28	Não
Spazio Villa Lobos	03/2020	09/2022	30	Não

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

É possível notar que há uma grande variação de prazo entre os empreendimentos, indo de 21 meses até 32 meses. Dando uma média de 25 meses no tempo de execução de um empreendimento com 288 unidades habitacionais.

Analisando a tabela acima é possível concluir que ambas as obras que tiveram o Lean aplicado durante sua execução obtiveram prazos maiores que a média, sendo o Spazio Serra da Mantiqueira com o segundo maior tempo, empatado com outras 2 que não utilizaram a filosofia. Entretanto é um ponto de destaque que ambas as obras foram uma das primeiras a utilizarem a filosofia Lean na cidade de São Paulo pela MRV, com isso deve-se considerar curvas de aprendizagem e adaptação a nova filosofia.

Um ponto a ser considerado na diferença de obras que aplicaram o Lean e obras que não foi o ritmo da estrutura das torres. Obras que não utilizaram a metodologia estavam com um ritmo maior de estrutura, entregando um pavimento a cada dois dias, entretanto as obras que utilizaram Lean mudaram o ritmo e seguiram com um pavimento de estrutura a cada quatro dias. Ou seja, é possível concluir que em empreendimentos dessa categoria é interessante ritmos mais rápidos na estrutura.

Ou seja, no caso de prazo não foi obtido resultados conforme o esperado nesses empreendimentos, já que a expectativa era uma redução de retrabalhos e corte de atividades desnecessárias.

5.3 Análise de custos

Os custos analisados nos tópicos abaixo são divididos pelas unidades de cada empreendimento, que no caso do complexo Grand Reserva são 288 apartamentos por condomínio. Por exemplo, se o custo mensal da obra é de R\$ 100.000 o custo por apartamento é de R\$ 347,22.

5.3.1 Custos Administrativos

Os principais custos de uma obra são os custos indiretos, onde estão ligados diretamente com o prazo da obra. No tópico anterior foi visto que as obras que aplicaram o Lean em sua construção não tiveram o desempenho esperado pela literatura quanto a redução de tempo.

Tabela 3 – custos de itens administrativos por apartamento

Soma de Valor Real/Apto	ADM
Rótulos de Linha	
SPAZIO SERRA DA MANTIQUEIRA	R\$ 37.591,91
SPAZIO VILLA LOBOS	R\$ 22.587,50
SPAZIO PRAIA DA ENSEADA	R\$ 21.849,41
SPAZIO IBIRAPUERA	R\$ 21.661,83
SPAZIO NASCENTE DO RIACHO	R\$ 20.001,86
SPAZIO ALTO DO MIRANTE	R\$ 19.873,36
SPAZIO PINHEIROS	R\$ 19.559,33
SPAZIO POR DO SOL	R\$ 19.357,87
SPAZIO RIO BONITO	R\$ 19.276,20
SPAZIO GUARAPIRANGA	R\$ 19.264,28
SPAZIO INTERLAGOS	R\$ 19.133,66
SPAZIO CACHOEIRA DA NASCENTE	R\$ 18.883,68
SPAZIO CAMBURY	R\$ 18.638,35
SPAZIO CHÁCARA DAS FLORES	R\$ 18.181,12
SPAZIO SERRA DO MAR	R\$ 16.783,29
SPAZIO BOSQUE DOS JEQUITIBÁS	R\$ 16.557,61
SPAZIO ILHA ANCHIETA	R\$ 15.836,55
SPAZIO JARDIM BOTÂNICO	R\$ 15.051,85
SPAZIO BOSQUE MAIA	R\$ 14.606,55

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

Como é possível observar a obra Spazio Serra da Mantiqueira, onde já apresentou um prazo alto teve um custo indireto acompanhando, onde destoa das demais obras. Diferente do Rio Bonito, onde teve um custo por apartamento na média entre as obras analisadas.

Com um custo médio por apartamento de R\$ 19.720,85 muitas obras que não utilizaram Lean em sua concepção mostraram resultados interessantes no índice administrativo.

Tabela 4 – custos de itens administrativos por apartamento

Empreendimento	Prazo	Valor Real/Apto	Valor Real/Apto/mês
Spazio Serra da Mantiqueira	30	R\$ 37.591,91	R\$ 1.253,06
Spazio Interlagos	21	R\$ 19.133,66	R\$ 911,13
Spazio Cambury	22	R\$ 18.638,35	R\$ 847,20
Spazio Guarapiranga	23	R\$ 19.264,28	R\$ 837,58
Spazio Ibirapuera	26	R\$ 21.661,83	R\$ 833,15
Spazio Nascente do Riacho	25	R\$ 20.001,86	R\$ 800,07
Spazio Bosque dos Jequitibás	21	R\$ 16.557,61	R\$ 788,46
Spazio Rio Bonito	25	R\$ 19.276,20	R\$ 771,05

Spazio Ilha Anchieta	21	R\$ 15.836,55	R\$ 754,12
Spazio Villa Lobos	30	R\$ 22.587,50	R\$ 752,92
Spazio Chácara das Flores	26	R\$ 18.181,12	R\$ 699,27
Spazio Pinheiros	28	R\$ 19.559,33	R\$ 698,55
Spazio Praia da Enseada	32	R\$ 21.849,41	R\$ 682,79
Spazio Cachoeira da Nascente	28	R\$ 18.883,68	R\$ 674,42
Spazio Alto do Mirante	30	R\$ 19.873,36	R\$ 662,45
Spazio Por do Sol	30	R\$ 19.357,87	R\$ 645,26
Spazio Bosque Maia	23	R\$ 14.606,55	R\$ 635,07
Spazio Jardim Botânico	24	R\$ 15.051,85	R\$ 627,16
Spazio Serra do Mar	28	R\$ 16.783,29	R\$ 599,40

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

Ao analisar esse custo por mês é possível que obras com um prazo longo ainda sim obtiveram um custo indireto baixo e isso deve-se ao fato de estar com uma equipe mais enxuta. Diferentemente do Spazio Serra da Mantiqueira, onde apresentava uma equipe maior e ainda levou mais tempo para a sua conclusão.

Na obra Spazio Rio Bonito onde foram 25 meses em sua conclusão, teve um custo por apartamento de indireto de R\$ 771,05 mensais, que é de destaque já que obras que levaram menos tempo, tal como o Spazio Bosque dos Jequitibás obteve um custo mensal maior.

Nos custos indiretos há uma grande variação, porém obras que não trabalharam com a filosofia Lean tiveram resultados mensais melhores que obras com o método. Ou seja, nas amostras analisadas obras sem o Lean trabalharam de uma forma mais enxuta com a equipe administrativa.

5.3.2 Custos construção

Os custos de construção são os itens gastos dentro da torre, que está definido como supra, e itens fora da torre, que está definido como infra. Itens de Infra estão considerando cabeamento para abastecer a torre, área de lazer, garagem, entre outros.

Esses custos não são muito afetados devido ao Lean, exceto no caso onde há os retrabalhos e improdutividade dos profissionais, que podem e tendem a aumentar o custo nos itens.

Tabela 5 – custos de construção

Empreendimento	Prazo	Valor Real/Apto INFRA	Valor Real/Apto SUPRA	Valor Real/Apto Construção
Spazio Rio Bonito	25	R\$ 48.591,78	R\$ 53.459,54	R\$ 102.051,32
Spazio Serra da Mantiqueira	30	R\$ 44.976,23	R\$ 52.727,00	R\$ 97.703,24
Spazio Nascente do Riacho	25	R\$ 39.517,36	R\$ 45.244,41	R\$ 84.761,78
Spazio Villa Lobos	30	R\$ 35.805,74	R\$ 43.745,24	R\$ 79.550,98
Spazio Ibirapuera	26	R\$ 36.429,72	R\$ 42.981,38	R\$ 79.411,09
Spazio Praia da Enseada	32	R\$ 38.129,58	R\$ 36.413,09	R\$ 74.542,66
Spazio Interlagos	21	R\$ 32.813,97	R\$ 38.582,89	R\$ 71.396,86

Spazio Guarapiranga	23	R\$ 33.479,22	R\$ 37.904,20	R\$ 71.383,41
Spazio Cachoeira da Nascente	28	R\$ 33.138,41	R\$ 35.597,02	R\$ 68.735,43
Spazio Cambury	22	R\$ 32.915,52	R\$ 35.372,49	R\$ 68.288,01
Spazio Serra do Mar	28	R\$ 30.354,60	R\$ 35.902,89	R\$ 66.257,50
Spazio Jardim Botânico	24	R\$ 29.637,60	R\$ 35.906,60	R\$ 65.544,19
Spazio Ilha Anchieta	21	R\$ 30.211,91	R\$ 35.032,03	R\$ 65.243,95
Spazio Pinheiros	28	R\$ 26.971,28	R\$ 36.408,40	R\$ 63.379,68
Spazio Bosque dos Jequitibás	21	R\$ 26.402,02	R\$ 36.104,61	R\$ 62.506,63
Spazio Chácara das Flores	26	R\$ 26.232,56	R\$ 35.338,82	R\$ 61.571,38
Spazio Bosque Maia	23	R\$ 26.559,08	R\$ 33.456,10	R\$ 60.015,18
Spazio Por do Sol	30	R\$ 25.054,79	R\$ 34.448,62	R\$ 59.503,41
Spazio Alto do Mirante	30	R\$ 24.173,85	R\$ 34.328,69	R\$ 58.502,54

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

Como é ambas as obras que utilizaram o Lean Construction obtiveram custos mais elevados, isso vale para supra quanto para infra. Importante destacar que ambas as obras tiveram que enfrentar o aumento do custo de material pós COVID-19.

Tabela 6 – custo de material e mão de obra

Empreendimento	Serviço/Apto	Material/Apto	Total / Apto
SPAZIO ALTO DO MIRANTE	R\$ 26.797,87	R\$ 31.715,78	R\$ 58.513,65
SPAZIO BOSQUE DOS JEQUITIBÁS	R\$ 24.192,71	R\$ 37.593,36	R\$ 61.786,07
SPAZIO BOSQUE MAIA	R\$ 24.833,08	R\$ 34.282,85	R\$ 59.115,92
SPAZIO CACHOEIRA DA NASCENTE	R\$ 32.124,46	R\$ 36.083,56	R\$ 68.208,01
SPAZIO CAMBURY	R\$ 27.661,09	R\$ 40.076,39	R\$ 67.737,47
SPAZIO CHÁCARA DAS FLORES	R\$ 25.189,12	R\$ 35.665,88	R\$ 60.855,00
SPAZIO GUARAPIRANGA	R\$ 29.855,67	R\$ 40.737,15	R\$ 70.592,82
SPAZIO IBIRAPUERA	R\$ 32.301,57	R\$ 47.100,22	R\$ 79.401,79
SPAZIO ILHA ANCHIETA	R\$ 28.581,37	R\$ 35.768,69	R\$ 64.350,07
SPAZIO INTERLAGOS	R\$ 27.498,43	R\$ 42.510,21	R\$ 70.008,64
SPAZIO JARDIM BOTÂNICO	R\$ 30.065,65	R\$ 34.786,96	R\$ 64.852,61
SPAZIO NASCENTE DO RIACHO	R\$ 32.830,29	R\$ 50.673,35	R\$ 83.503,64
SPAZIO PINHEIROS	R\$ 27.425,92	R\$ 35.152,65	R\$ 62.578,57
SPAZIO POR DO SOL	R\$ 26.333,30	R\$ 32.882,92	R\$ 59.216,22
SPAZIO PRAIA DA ENSEADA	R\$ 34.288,40	R\$ 39.570,67	R\$ 73.859,06
SPAZIO RIO BONITO	R\$ 37.766,19	R\$ 62.088,07	R\$ 99.854,26
SPAZIO SERRA DA MANTIQUEIRA	R\$ 38.319,00	R\$ 57.937,58	R\$ 96.256,58
SPAZIO SERRA DO MAR	R\$ 28.650,73	R\$ 36.985,54	R\$ 65.636,27
SPAZIO VILLA LOBOS	R\$ 34.762,85	R\$ 44.058,12	R\$ 78.820,98
Total	R\$ 569.477,70	R\$ 775.669,94	

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

Ao separar e analisar somente material e mão de obra e retirando outros tipos de custos podemos comparar que ambas as obras que aplicaram Lean teve um aumento em seu custo de mão de obra, porém menos acentuado que no material, onde é possível notar um acréscimo de 100% no custo total.

Ao analisar isoladamente o item de serviços podemos concluir que não teve uma grande redução, conforme esperado pela literatura.

5.3.3 Custos de mão de obra com retrabalho

Na literatura afirma que o principal ganho na metodologia Lean Construction é a diminuição de retrabalhos. No caso de empreendimentos conforme o estudo que são iguais, retrabalhos podem afetar diretamente o custo de uma obra.

Ao analisar os custos de mão de obra com retrabalho podemos ver que ambas as obras tiveram resultados significativos.

Tabela 7 – custos com mão de obra em retrabalhos

	INFRA	SUPRA
Rótulos de Linha		
+ SPAZIO VILLA LOBOS		R\$ 2.762,46
+ SPAZIO CHÁCARA DAS FLORES	R\$ 75,77	R\$ 965,38
+ SPAZIO NASCENTE DO RIACHO	R\$ 41,63	R\$ 796,27
+ SPAZIO CAMBURY	R\$ 178,79	R\$ 597,82
+ SPAZIO IBIRAPUERA		R\$ 595,23
+ SPAZIO ALTO DO MIRANTE	R\$ 78,23	R\$ 551,14
+ SPAZIO SERRA DA MANTIQUEIRA		R\$ 528,30
+ SPAZIO PINHEIROS	R\$ 13,85	R\$ 518,56
+ SPAZIO JARDIM BOTÂNICO	R\$ 19,04	R\$ 508,12
+ SPAZIO BOSQUE DOS JEQUITIBÁS	R\$ 39,22	R\$ 479,36
+ SPAZIO POR DO SOL	R\$ 55,18	R\$ 385,47
+ SPAZIO SERRA DO MAR	R\$ 20,67	R\$ 351,49
+ SPAZIO PRAIA DA ENSEADA	R\$ 40,69	R\$ 328,66
+ SPAZIO INTERLAGOS		R\$ 273,52
+ SPAZIO BOSQUE MAIA		R\$ 249,68
+ SPAZIO ILHA ANCHIETA		R\$ 239,61
+ SPAZIO CACHOEIRA DA NASCENTE	R\$ 24,68	R\$ 235,00
+ SPAZIO GUARAPIRANGA		R\$ 187,55
+ SPAZIO RIO BONITO		R\$ 164,70
Total Geral	R\$ 587,75	R\$ 10.718,32

Fonte: Dados de MRV Engenharia e Participações

A obra Spazio Rio Bonito teve o índice de mão de obra com retrabalho menor que as demais, mesmo incluindo as principais obras que não aplicaram o Lean Construction. Obra como o Spazio Ilha Anchieta onde teve um prazo baixo de 21 meses teve um custo mais que o dobro da obra Spazio Rio Bonito.

6 Considerações Finais

Os resultados apresentados no estudo mostraram que o Lean Construction teve um baixo impacto em empreendimentos multifamiliares nas características da MRV Engenharia e Participações. Isso deve-se ao fato de a filosofia precisar de um tempo para ser estabelecida e ter resultados mais claros. É possível concluir que a filosofia não apresentará resultados imediatos, podendo ter alguns números semelhantes ou até mesmo maiores que obras que não utilizam Lean. Porém, os resultados a longo prazo podem ser significativos, tal como apontam a literatura. Entretanto vale ressaltar que mesmo tendo seu início nas obras

estudadas, foi obtido uma melhora significativa nos itens de retrabalho, representando até 3 vezes menos que a média das outras obras.

Ou seja, *Lean Construction*, se bem aplicado, pode ter melhora significativa nos resultados da construção civil com produtos mais rápidos, com menos retrabalhos e mais baratos.

Referencias

AGOPYAN, Vahan et al. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. Relatório final de pesquisa, 1998.

ALVES, João Murta. **O Sistema Just in Time reduz os custos do processo produtivo**. II Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos; Campinas, 1995.

BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. **Current process benchmark for the last planner system of project planning and control**. Berkeley, 2021.

BURGOS, André Perroni; FERREIRA, Falcão Daniel. **Lean Construction – O desafio da sua aplicação na construção civil**. 15ª Conferência Internacional da LARES (Latin American Real Estate Society). 2015.

CARVALHO, Humberto Almansa et al. **Benefícios da gestão de projetos e planejamento em relação ao impacto ambiental causado por desperdício em obras**. 15ª Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). 2014.

CONTE, Antonio Sergio Itri; GRANSBERG Douglas D. **Lean Construction: From Theory to Practice**. Pennsylvania, 2021.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000 Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj45-LN1veHAXUBrpUCHWWLPd8QFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2F09757804943637373558.googlegroups.com%2Fattach%2F128bd1cf0fb39740%2FApostila%2520Lean%2520Construccion.pdf%3Fpart%3D0.1%26vt%3DANaJvREgbcnKLV4bZhs4qNYOIIdWMGNcw3m7LHXVnmxcKBO2_kCEeEtD2YGSuP9lUnLguaZx3SCrmrE-WARU17EfGMzOfYyMchkDc7M6DTjFn7-sMkR27ys&usg=AOvVaw1UHZC5cyhTujR4SJs4WM1z&opi=89978449. Acesso em 15 ago. 2024

GALCERAN, Bruno Augusto Pissini. **Redução do desperdício na construção civil através de técnicas construtivas mais eficazes**. Belo Horizonte, 2013.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente o Just-In-Time**. Porto Alegre, 1995.

GOMES, Maria Micheline Barreto et al. **Representações gráficas para uma visão conjunta de Lean Construction e linha de balanço**. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC). Maceió, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAIC – Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20gerou,servi%C3%A7os%20em%202021%2C>. Acesso em: 09 ago. 2024

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **Aplicação da *Lean Construction* para redução dos custos de produção da casa 1.0®**. Monografia. Fundação Vanzolini. São Paulo, 2006

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report 72, Stanford University, California, 1992.

MAIA FILHO, José Oswaldo. **Lean Construction: análise e estratégias de uso**. Monografia. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas (FEPESMIG). Minas Gerais, 2019.

MARTINS, Heitor de Araujo. **Estudo sobre os conceitos da autonomia e aplicação de PFMEA para auxílio na implementação de sistemas à prova de erro**. Monografia. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009

MENDES, Claudicéia et al. **JIDOKA: Pilar de sustentação do sistema Toyota de produção nas organizações**. São Luís, 2013.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PICCHI, Flávio Augusto. **Oportunidades de Aplicação do Lean Thinking na Construção**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre. 2003.

SANTOS, Hotávio Barbosa dos; **Diretrizes para aplicação do método *Lean Construction* na construção de edifícios**. Monografia – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, Karen Milena da; VOLANTE, Carlos Rodrigo. **A importância do sistema Kanban para o Gerenciamento e controle de estoque de uma empresa**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 629–640, 2019.

SILVA, Raíssa Borges; PAIVA, Thaynnan Patryck Duarte Araújo. **A aplicação do método Lean Construction na construção civil**. Goianésia, 2017

SILVEIRA, Amanda et al. **Dimensionamento de um sistema *Kanban* para uma obra de edificação**. 10º Simpósio Brasileiro de Gestão Economia da Construção. Ceará, 2017.

TORRES, Taiane Aparecida Santos. **Mecanismo Gerencial para redução de atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de paredes de concreto**. Monografia – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2024.

TONIN, Luiz Andrei Potter; SCHAEFER, Cecília Ogliari. **Diagnóstico e aplicação da *lean construction* em construtora**. Iniciação científica. Universidade Cesumar. Itajaí, 2013.

VARGAS, Carlos Luciano S. et al. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita**. Anais do 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Gramado, 1997.