

LUCA GOMES PEREIRA DE VILHENA LORENZINI

Análise da aplicação da filosofia "*lean construction*" em obra de edifício de alto padrão na cidade de São José dos Campos

Luca Gomes Pereira de Vilhena Lorenzini

Análise da aplicação da filosofia "*lean construction*" em obra de edifício de alto padrão na cidade de São José dos Campos

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Márcia R. de Freitas

L869a	Lorenzini, Luca G. P. de V. Análise da aplicação da filosofia “Lean Construction” em obra de edifício de alto padrão na cidade de São José dos Campos / Luca G. P. de V. Lorenzini – Guaratinguetá, 2018. 45 f. : il. Bibliografia : f. 42-45 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche Co-Orientadora: Profª Drª Márcia Regina de Freitas 1. Construção civil. 2. Produção enxuta. 3. Indústria de construção civil. I. Título. CDU 69
-------	---

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

LUCA GOMES PEREIRA DE VILHENA LORENZINI

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL

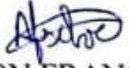
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dra. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. ANTONIO WANDERLEY TERNI
DEC/UNESP-FEG


Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SIVA
DPD/UNESP-FEG

Dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à MZ3 Engenharia, por providenciar todos os recursos necessários para a realização deste trabalho e por valorizar as inovações e as pesquisas científicas, contribuindo para a melhoria do setor da construção civil em todos os seus âmbitos.

ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto Dale Luche pelo auxílio para a produção deste estudo.

aos meus pais Lais e Eduardo, que sempre colocaram os estudos de seus filhos acima de tudo em suas vidas.

à minha namorada Pâmela por sua ajuda imensurável e apoio para esta pesquisa.

“Aquele que se empenha a resolver as dificuldades resolve-as antes que elas surjam. Aquele que se ultrapassa a vencer os inimigos triunfa antes que as suas ameaças se concretizem”

Sun Tzu

RESUMO

A construção civil no Brasil se encontra em uma das maiores crises de sua história. Percebe-se, nela, um grande atraso científico e tecnológico em comparação com outros setores. Um modelo de produção alternativo que vem atraindo a atenção das construtoras é o *Lean Construction*, ou construção enxuta, que visa reduzir desperdícios e aumentar o valor do produto final. Torna-se interessante estudar como construtoras de visão inovadora traduzem essa filosofia em ações concretas na obra. Para isso, foram levantadas, com base na teoria da construção enxuta, práticas de boa gestão presentes no dia-a-dia da obra de um edifício residencial. Estas práticas foram então distribuídas entre os princípios do *Lean Construction* definidos por Lauri Koskela em 1992. A divisão dessas práticas visa evidenciar a raiz do problema e permitir a visualização de como cada princípio pode ser aplicado em soluções práticas. Percebeu-se que, embora grande parte das soluções adotadas na obra sejam concebidas com base apenas na experiência e na criatividade de seus autores, quase todas faziam alusão aos princípios da construção enxuta. Isso demonstra uma relação intrínseca entre as práticas de gestão e produção que trouxeram resultados satisfatórios e o *Lean Construction* demonstrando a eficácia deste sistema de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Construção enxuta. Aplicação. Prática. Observação.

ABSTRACT

Civil construction in Brazil is currently going through one of the worst crises in its history. There is great scientific and technological backwardness in comparison with other sectors. An alternative production model that has been attracting the attention of builders is Lean Construction, which aims to reduce waste and increase the value of the final product. It becomes worthwhile to study how visionary builders translate this philosophy into concrete actions at work. Therefore, based on the Lean Construction theory, good management practices found in the day-to-day construction of a residential building were surveyed. These practices were then distributed among the principles of Lean Construction defined by Lauri Koskela in 1992. This division aims to highlight the root of the problem, as well as to allow for visualization of how each principle can be applied in practical solutions. It was noticed that, although many of the solutions adopted in the site are conceived based only on its authors' experience and creativity, almost all allude to the principles of Lean Construction. This demonstrates an intrinsic relationship between the management and production practices that have brought satisfying results and Lean Construction itself demonstrating the effectiveness of this production system.

KEYWORDS: Lean construction. Practical. Application. Observation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia de Pesquisa	22
Figura 2 – Cálculo do quantitativo de azulejo e argamassa colante por apartamento	25
Figura 3 – Ficha de Personalização das Unidades do edifício Moriah Aquárius	26
Figura 4 – Quadro de Funcionários e Funções	27
Figura 5 – Listagem de projetos e documentos utilizados pela obra	29
Figura 6 – Modelo de Ficha de Verificação de Serviço de Reboco	30
Figura 7 – Produtos industrializados: (a) Caixa de passagem Pop; (b) Argamassa Matrix 2202; (c) Passantes em EPS; (d) DF-9	32
Figura 8 – Padrão de limpeza e organização dos materiais	33
Figura 9 – Placas didáticas e informativas: (a) Traço de argamassa de reboco interno; (b) Locais de aplicação das argamassas colantes	34
Figura 10 – Modelo de planilha de controle de produtividade de pedreiro de fachada	36
Figura 11 – Modelo de planilha de controle de caçambas de entulho	36
Figura 12 – Ferramenta “Lições Aprendidas”	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	10
1.1.1	Objetivo Geral.....	10
1.1.2	Justificativa	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	DO LEAN PRODUCTION AO LEAN CONSTRUCTION.....	12
2.2	ROMPENDO PARADIGMAS	15
2.3	LEAN CONSTRUCTION NA PRÁTICA	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1	REDUÇÃO DA PARCELA DE ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR...	10
4.2	AUMENTO DO VALOR DO PRODUTO POR MEIO DE UMA CONSIDERAÇÃO SISTEMÁTICA DOS REQUISITOS DO CLIENTE	11
4.3	REDUÇÃO DA VARIABILIDADE.....	12
4.4	REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO	16
4.5	SIMPLIFICAÇÃO PELA MINIMIZAÇÃO DO NÚMERO DE ETAPAS, PARTES E LIGAÇÕES	17
4.6	AUMENTO DA FLEXIBILIDADE NA EXECUÇÃO DO PRODUTO	18
4.7	AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA NOS PROCESSOS	19
4.8	FOCO NO CONTROLE DO PROCESSO COMPLETO	21
4.9	ESTABELECIMENTO DE MELHORIA CONTÍNUA AO PROCESSO.....	21
4.10	BALANCEAMENTO DA MELHORIA DOS FLUXOS COM A MELHORIA DAS CONVERSÕES	24
4.11	BENCHMARKING.....	24
5	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil sempre foi de fundamental importância para a economia brasileira. No entanto, esta indústria não acompanhou a modernização observada em outros setores de produção ao longo das últimas décadas, mantendo seus modelos tradicionais e de relativa baixa produtividade (DO NASCIMENTO; SANTOS, 2003). O mercado da construção civil tem vivenciado, nos últimos anos, um de seus piores períodos da história, em razão tanto da atual turbulência política do país, com suas maiores construtoras participando ativamente da manutenção da cultura de corrupção bilionária de políticos, como da crise econômica da qual o Brasil ainda tarda a se recuperar (AMORIM, 2015).

Como se não bastasse, nota-se nos últimos anos um movimento crescente de preocupação do mercado consumidor em relação à qualidade e à produtividade dos imóveis construídos, que se materializou na criação da norma ABNT NBR 15575:2013 - Desempenho de edificações habitacionais (LANTELME, 1994).

Neste cenário econômico, para manter a viabilidade da construção civil, torna-se imprescindível o investimento na tomada de decisão e no dinamismo das empresas que atuam neste setor, considerando a necessidade de atingir os altos níveis de qualidade exigidos pelo mercado dispondo de recursos cada vez mais escassos (DO NASCIMENTO; SANTOS, 2003; LANTELME, 1994).

Para atingir estes objetivos, muitas metodologias e conceitos inicialmente restritos à indústria seriada (nomeadamente a automotiva), que vinham sendo modificados e adaptados para outros setores desde a década de 1990, ganharam o setor da construção civil, a exemplo do Just-in-Time, do *Six Sigma*, dos 5S e, principalmente, da produção enxuta (HOLWEG, 2007). Esta última se torna então o foco deste estudo por ser, atualmente, a mais difundida e em maior crescimento em países em desenvolvimento, como se pôde observar na revisão literária.

A MZ3 Engenharia é uma construtora que nasceu em meio a esse cenário e é um exemplo claro de como este histórico se reflete na realidade. Em uma época de crise e, considerando os fatos descritos nos parágrafos anteriores, várias construtoras da região do Vale do Paraíba, interior de São Paulo - Brasil, se viram atuando cada vez menos nos últimos anos, algumas delas chegando a parar de construir. Em 2014, visando dar continuidade à sua atuação na construção civil após o encerramento das atividades de uma grande construtora da região, um grupo de ex-funcionários desta empresa, liderados por três irmãos (Felipe, André e Rafael Manzano), tomou a iniciativa de fundar uma nova construtora.

Esta nova empresa surge com o objetivo de se tornar uma referência de alto desempenho na gestão produtiva, técnica, de qualidade e ética. Para isso, seus líderes frequentemente proporcionam momentos enriquecedores para a sua equipe, ministrando e participando de palestras, organizando visitas às suas obras e visitando outras, incentivando a participação de seus membros em eventos e cursos relacionados à construção civil, além de oferecerem diversos treinamentos para seus funcionários. A MZ3 participa ativamente na evolução do setor como um todo, mantendo uma via de troca de informações sempre aberta com fornecedores, clientes e outras construtoras, criando uma comunidade de pessoas e entidades com o desejo em comum de evoluir.

Desde o início do desenvolvimento do Estágio Curricular obrigatório, foi possível observar as características e o funcionamento diferenciados da empresa. Desta forma, o perfil inovador da MZ3 Engenharia e o aparente sucesso de seus métodos despertou o interesse na investigação da presença, proposital ou não, de conceitos do *Lean Construction* em suas atividades e em como seus princípios básicos poderiam estar sendo aplicados no funcionamento de cada setor da obra em questão.

Sendo assim, esta pesquisa é realizada com o intuito de verificar a presença da filosofia do *Lean Construction* na obra do edifício Moriah Aquários, construído pela empresa MZ3 Engenharia e incorporada pela MVituzzo Construtora e Incorporadora, ambas de São José dos Campos – SP, de modo a identificar e expor os benefícios gerados a partir de seus princípios, revelando as melhorias que podem ser proporcionadas por meio dessas práticas.

1.1 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a presença dos conceitos do *Lean Construction* e avaliar seus benefícios em uma obra de um edifício residencial de alto padrão em São José dos Campos.

1.1.2 Justificativa

Considerando o atual cenário político-econômico do país, é de extrema relevância analisar como construtoras de visão inovadora agem de modo a contornar a crise e se manter no mercado (FERREIRA, 2016; AMORIM, 2015). Com essa análise, é possível, também, contribuir para um melhor entendimento futuro das formas de aplicação prática dos preceitos

do *Lean Construction*, enunciando possíveis melhorias nos sistemas construtivos e de gestão que podem beneficiar a construção civil de maneira geral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DO *LEAN PRODUCTION* AO *LEAN CONSTRUCTION*

O *Lean Thinking* ou pensamento enxuto descende diretamente de outra filosofia inovadora para sua época que teve início em meados do século XX, com o sistema de produção de automóveis criado pela Toyota (*Toyota Production System* ou TPS), que vinha de encontro com algumas práticas e conceitos do Fordismo, até então considerado o sistema de produção mais bem-sucedido (HOLWEG, 2007). Essa filosofia de gestão possui dois focos principais, basicamente, a redução dos desperdícios em todas as suas formas, como tempo, espaço, dinheiro, material etc., e o estudo dos fluxos que permeiam os processos de produção, seja de material, de pessoal, de ferramentas, de equipamentos, de informação ou outros (BALLARD; HOWELL, 1994a).

Para atingir estes objetivos, o *Lean Production* faz uso de diversas ferramentas de qualidade, planejamento e gestão, criando uma nova filosofia de produção mais eficiente que suas predecessoras. Aziz e Hafez (2013) apontam, por exemplo, a existência de ferramentas de análise e aplicação da redução do tempo de transferência, divisão e a sobreposição de atividades como sendo de grande valia para a melhoria da funcionalidade, qualidade e produtividade da construção.

Freire e Alarcón (2002) resumem os meios de se obter sucesso com este processo produtivo em três módulos: gestão de conversões, gestão de fluxos e gestão de valor.

A gestão de conversões visa garantir que o trabalho realizado seja capaz de transformar os recursos disponíveis no produto desejado. De modo geral, por séculos este tem sido o único foco dos gestores que visavam a melhoria de sua produção, tornando sua gestão incompleta e com pouco espaço para melhorias (FREIRE; ALARCÓN, 2002).

A gestão dos fluxos visa garantir o melhor aproveitamento das movimentações dentro do empreendimento, sejam elas de materiais, pessoas, informação ou outras (BALLARD; HOWELL, 1994b). Seu objetivo é reduzir os desperdícios que ocorrem entre as atividades de conversão, sejam eles de materiais ou de tempo, de modo que a sequência de atividades a jusante seja tão fluida e veloz quanto possível, atendendo-se os padrões estabelecidos de segurança e qualidade (FREIRE; ALARCÓN, 2002).

A gestão de valor, por sua vez, visa garantir que todos os processos realizados, sendo eles de fluxo ou de conversão, sejam absolutamente necessários, de modo a serem responsáveis pelo aumento do valor agregado do produto. Pode-se considerar, assim, que

desperdícios são gastos para a empresa que não são convertidos proporcionalmente em valor para o cliente e, portanto, devem ser eliminados. (FREIRE; ALARCÓN, 2002).

Um dos primeiros a estudar as possibilidades que a filosofia enxuta poderia trazer para a construção civil foi o pesquisador finlandês Lauri Koskela, atualmente considerado o “pai” do *Lean Construction*, no início da década de 90. Em seu estudo, Koskela (1992) definiu onze princípios básicos da construção enxuta que supostamente, quando seguidos de maneira estratégica e contínua por uma empresa, trariam grandes benefícios.

1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
 2. Aumentar o valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos dos clientes;
 3. Reduzir a variabilidade;
 4. Reduzir o tempo de ciclo;
 5. Simplificar, minimizando o número de etapas, partes e ligações;
 6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto;
 7. Aumentar a transparência dos processos.
 8. Focar o controle no processo completo.
 9. Estabelecer melhoria contínua ao processo.
 10. Balancear melhorias dos fluxos com melhorias das conversões.
 11. *Benchmarking*.
- (KOSKELA, 1992, p. 16, tradução nossa)

No entanto, a construção civil encara uma série de dificuldades que simplesmente não existem ou possuem impacto negligenciável em outras indústrias, o que faz com que uma simples apropriação do *Lean Production* para este setor seja invariavelmente incompleta. Pode-se representar esta condição através da constante movimentação de funcionários dentro do canteiro de obras que é, por si só, um ambiente que também está em constante movimento e transformação (SACKS; TRECKMANN; ROZENFELD, 2009). Outros exemplos incluem a grande rotatividade de funcionários e a grande dificuldade de se visualizar os fluxos dos serviços sendo executados em um canteiro de obras (JANUZZI; VERCESI, 2010; SACKS; TRECKMANN; ROZENFELD, 2009).

Outro fator que vale ser mencionado é que a indústria da construção necessita sempre uma análise holística bastante flexível, mesmo se tratando dentro de uma mesma construtora, como consequência da variabilidade dos requisitos demandados pelos diferentes clientes em diferentes obras (MATT; KRAUSE; RAUCH, 2013).

Uma das consequências destes fatos é que, enquanto a indústria automotiva promoveu a evolução de seus processos do artesanal para a produção em massa há mais de cem anos, uma parcela representativa da construção civil permaneceu muito tempo presa neste ponto (CROWLEY, 1998).

Os problemas enfrentados pela construção são, ainda, ampliados pela negligência do setor em face a avanços científicos e tecnológicos, o que se deve em grande parte à enorme inércia de profissionais da área que rejeitam e retardam a inserção das tecnologias da informação no setor (DO NASCIMENTO; SANTOS, 2002). Um exemplo é a dificuldade de gerir corretamente a qualidade que, de modo geral, é ainda mais expressiva em empresas de menor porte, que possuem baixa constância de obras e, conseqüentemente, alta rotatividade de funcionários, barrando a implementação de uma melhoria contínua (JANUZZI; VERCESI, 2010).

Unindo-se estas informações ao fato de que mesmo a própria indústria automotiva ocidental levou décadas para reconhecer a superioridade do modelo Toyota e aplicabilidade de suas práticas fora do oriente, cria-se uma possível explicação de porque a indústria da construção tardou a absorver esses conceitos.

É possível argumentar que a causa deste problema não está na negligência da comunidade científica de engenharia civil, mas sim na relutância dos próprios construtores em absorver as pesquisas vanguardistas e transformá-las em ganhos para suas empresas. Este fato é bem ilustrado pelo distanciamento temporal entre as publicações dos primeiros estudos a analisar com rigor e compor uma teoria científica sobre os conceitos de *Lean Production* e *Lean Construction*. Em 1990 foi publicado o livro “*The Machine That Changed The World*”, no qual Womack et al. (1990) relatam seus extensos estudos sobre o TPS, sendo considerados os responsáveis pela difusão do *Lean Production* (HOLWEG, 2007). Não demoraria mais de dois anos para que houvesse uma tentativa de adaptar e aplicar a filosofia enxuta na construção, com a publicação do famoso estudo pioneiro “*Application of the New Production Philosophy in Construction*”, por Koskela (1992), mencionado anteriormente.

Pode-se também perceber uma relação entre os diferentes períodos nos quais a busca por novos modelos de produção ocorreu. Assim como Womack et al. (1990) apontam que tanto o Fordismo quanto o Toyotismo surgiram logo após a Primeira e a Segunda Guerras Mundiais, respectivamente, Holweg (2007) menciona que foi necessária uma agravação da crise do petróleo para o ocidente se preocupar de fato com a concorrência estrangeira e reconhecer o grande potencial do TPS.

Small, Hamouri e Hamouri (2017) reforçam que tal força motriz para iniciar a mudança na indústria da construção, seja em uma crise ou advinda de iniciativas privadas ou estatais, ainda não ocorreu nos Emirados Árabes Unidos, outro país emergente que possui a construção como uma de suas principais atividades. Os autores mostram ainda que, embora as aplicações do *Lean Construction* venham sendo estudadas e implementadas no ocidente há quase três

décadas com casos de sucesso cada vez mais frequentes, o mesmo não se pode dizer sobre o setor em Dubai, mesmo com sua fama internacional por suas construções monumentais.

Considerando que uma das similaridades entre as indústrias da construção e a automotiva é que ambas possuem capacidade de produção maior que sua demanda, nota-se que ambas são setores sensíveis a variações bruscas de mercado. Esta ocorrência pôde ser observada no caso da recente crise, durante a qual várias construtoras encerraram seus serviços, mas não se notou excesso de demanda, algo similar ao afastamento de milhares de funcionários das montadoras na mesma época (CROWLEY, 1998).

Essa grande quantidade de construtoras competindo pelas obras, o que é mais acentuado no caso de pequenas e médias empresas, é ainda mais danosa, de modo geral, porque esta competição é voltada simplesmente para o custo, fazendo com que se invista pouco em inovações, focando-se sempre em mudanças incrementais e desencorajando a colaboração entre empresas para uma melhoria conjunta (MATT; KRAUSE; RAUCH, 2013). De fato, Aziz e Hafez (2013) sugerem que tais melhorias com foco nos resultados podem se tornar uma grande barreira para a adoção do *Lean Construction* de modo geral.

Sendo assim, é razoável que a indústria da construção civil no Brasil nos últimos anos tenha aumentado o ritmo de migração para sistemas mais modernos de produção. Estes serviriam de base para as empresas estudarem seus métodos, levantarem informações sobre sua produção e, assim, reverem ideias ultrapassadas como um meio de sobreviver à crise (FERREIRA, 2016). Como aponta Choo (2003), a coleta de dados e informações e, principalmente, os diferentes processos pelos quais uma corporação transforma informação em estratégias se tornaram imprescindíveis às empresas que visam se manter e crescer em um mercado em constante evolução. Crowley (1998) afirma que, se aplicado corretamente, o *Lean Construction* tem potencial revolucionário para as construtoras edificarem prédios de maior qualidade a custos menores, de uma maneira similar ao que ocorreu com a indústria automotiva décadas atrás.

2.2 ROMPENDO PARADIGMAS

Bertelsen (2004) sugere que para tornar possível a utilização dos métodos tradicionais de gerenciamento de projetos é necessário ou reduzir o nível de complexidade do sistema construtivo até que os desvios e incertezas tenham pouco impacto na produção ou arrojar a teoria para que ela compreenda tais desvios. No primeiro caso, pode-se encontrar exemplos nos sistemas de construção seca, como *steel frame* e *drywall*, que buscam utilizar materiais

pré-fabricados e reduzir o número, a complexidade e a variabilidade das etapas realizadas em canteiro, resumindo-se à montagem das peças entre si. No segundo caso, pode-se citar as várias teorias que têm sido desenvolvidas nas últimas décadas para melhor compreender e solucionar os problemas enfrentados pela construção civil, de modo a aprimorar o sistema clássico de produção, dentre as quais se encontra o *Lean Construction*.

Howell e Koskela (2000) também criticam esse sistema tradicional de gerenciamento de projetos, alegando que muitos fatores que possuem grande impacto no sucesso ou fracasso de um projeto são pensados de maneira idealista, sem levar em conta o que ocorre de fato no dia a dia do empreendimento. Os autores citam por exemplo que esse sistema de gerenciamento assume que as relações entre as atividades são simples e sequenciais, que o escopo dos projetos é tomado como fixo e exaustivo desde o princípio, que as interfaces entre as atividades são imutáveis e superestima o valor de atividades que possuem grande visibilidade e retorno, mesmo quando não possuem importância alguma para as atividades subsequentes e, por isso, não necessitariam atenção prioritária.

Bertelsen (2004) traz ainda a ideia de que, embora se deseje reduzir os desperdícios, não se pode apagá-los completamente da construção, pois até certo ponto alguns desperdícios agem como uma barreira contra os imprevistos inerentes à esta indústria, de modo que a gestão dos desperdícios e a gestão dos riscos se tornam indissociáveis. Uma situação representativa que se demonstra são os estoques geralmente muito superiores ao estoque ótimo, mas que resguardam a obra contra problemas de entrega, atrasos na transportadora ou na fábrica etc. Por isso, mais que simplesmente reduzir os desperdícios, talvez o ideal seja buscar reduzir a necessidade deles, conclui.

Nesse sentido, Bertelsen e Koskela (2004) afirmam que, após anos de pesquisa e desenvolvimento no setor da construção, o *Lean Production*, como foi envisioned para a indústria manufatureira com base no TPS, não mais serve de base para o *Lean Construction*, que alcançou um estágio mais avançado de análise. Segundo os autores, este distanciamento entre as duas filosofias tornou possível a análise de sistemas muito mais complexos e caóticos do que jamais fora possível.

Enquanto a teoria de transformação-fluxo-valor amplia o entendimento do gerenciamento de projetos, a percepção da construção como um fenômeno complexo abre caminho para a introdução de novas abordagens para o gerenciamento de projetos. [...] Gerenciamento como cooperação e como aprendizado entra em foco. De fato, um imenso desafio!
(BERTELSEN; KOSKELA, 2004, p. 9, tradução nossa)

Howell e Koskela (2000) apontam que um modelo de gerenciamento de projetos que consiga lidar com o grande dinamismo e incerteza dos projetos atuais que estão se tornando cada vez maiores e mais complexos, com prazos mais apertados e requisitos mais arrojados, deve necessariamente levar em conta essa variabilidade intrínseca para redefinir o próprio conceito atual de controle.

Segundo Rauch, Dallasega e Matt (2015), a construção civil contribuiu tanto para o crescimento da filosofia *Lean* que impulsionou sua expansão para outros setores. Hoje, exemplos de estudo e aplicação podem ser encontrados na medicina no desenvolvimento de produtos e até na construção de embarcações, ainda que outros setores até mais próximos, como no caso da pavimentação, se mostrem relutantes em explorar suas aplicações (HAMDAR et al., 2015; HICKS et al., 2015; RAUCH; DALLASEGA; MATT, 2015; SHARMA; GANDHI, 2017).

2.3 *LEAN CONSTRUCTION* NA PRÁTICA

Com a crescente expansão do *Lean Construction* como modelo de gerenciamento, inúmeros estudos vêm sendo realizados para criar métodos de avaliação da aplicação e dos resultados propriamente ditos da implantação desta filosofia.

Uma opção de metodologia para uma análise mais rápida e simplificada da aplicação dos conceitos de *Lean Construction* que vem sendo desenvolvida nos últimos anos é a utilização de questionários e *checklists* de vários aspectos da obra e da empresa. Alguns exemplos destes questionários foram desenvolvidos por Salem (2006), Carvalho (2008) e Oliveira et al. (2010). Esta abordagem permite uma verificação simples, mas ampla, possibilitando números maiores de objetos de estudo, facilitando e agilizando, por exemplo, a comparação entre várias empresas de uma região, quando se deseja analisar a região como um todo, a comparação entre diversas obras dentro de uma mesma empresa, para gerar dados sobre a empresa em si e também permitir que ela atue sobre os pontos levantados como mais carentes de melhorias e até para estudar a evolução da implementação do *Lean Construction* dentro de um mesmo empreendimento ao longo do tempo (CARVALHO, 2008).

Outra opção bastante utilizada são os estudos de casos de implementação do *Lean Construction* que, Segundo Eriksson (2010), se tornam interessantes para analisar como as diferentes características da construção civil se comportam e como elas conversam com o pensamento enxuto.

Em um destes estudos desenvolvido por Freire e Alarcón (2002), a aplicação do *Lean Construction* comprovadamente melhorou o processo de produção, reduzindo os tempos de ciclo, defeitos nos produtos e a parcela de atividades que não agregam valor, chegando a aumentar a produtividade em até 31%.

Em Ohio, nos Estados Unidos, Salem (2006) verificou, também, que a implantação desta filosofia em uma obra foi responsável pela redução dos custos do projeto, aumentando os lucros, e pela entrega da obra três semanas antes do prazo, além da melhoria das relações entre a empresa e terceiros e da redução de incidentes ocorridos quando comparado com obras similares da mesma empresa. Percebeu-se também que muitos dos envolvidos no projeto, uma vez que tiveram contato direto com as práticas e os resultados obtidos, afirmaram que gostariam de seguir trabalhando com grande parte dessas ferramentas.

No Egito, Abdel-Hazek, Elshakour e Abdel-Hamid (2007) comprovaram que a variação diária de produtividade está fortemente relacionada à performance do projeto, o que reforça o potencial da aplicação de métodos de controle da produção e redução de variabilidade propostos pelo *Lean Construction*. Segundo González, Alarcón e Molenaar (2009), a variabilidade na produção é um dos principais fatores que prejudicam a performance dos projetos de construção civil.

Mais recentemente, Nahmens e Ikuma (2012) analisaram vários casos de construções residenciais modulares para estudar os efeitos do *Lean Construction* na sustentabilidade. As autoras concluíram que a aplicação da filosofia reduziu o desperdício de materiais em 64% e as horas de produção necessárias em 31%, além de trazer impactos significativos na qualidade de vida dos funcionários envolvidos nos processos observados.

Também no Egito em 2013, percebeu-se que, de treze fatores de risco analisados na construção de um projeto industrial, a aplicação do *Lean Construction* obteve sucesso na redução dos efeitos de nove deles, comprovando a aplicabilidade desta filosofia como ferramenta de redução de risco em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (ISSA, 2013). Zhang et al. (2015) complementam ao afirmar que unindo as teorias à utilização de tecnologias e outras ferramentas de gestão, a redução das potenciais fontes de riscos em obras pode ser aprimorada ainda mais.

Na China, outro país emergente como o Brasil, mas com uso muito mais disseminado de tecnologias na construção, Gao e Low (2014) apontam que parte dos problemas de planejamento da produção é causada pelo desinteresse dos funcionários em aderir aos planejamentos semanais realizados pela equipe de gestão e de se engajarem na melhoria contínua como, por exemplo ao hesitar em expor problemas.

No Líbano, Hamdar et al. (2015) levantaram que, para uma implantação melhorada do *Lean Construction* nas obras de pavimentação, é necessária uma modificação na própria cultura desta indústria, que valorize devidamente os sistemas de coleta de dados para implantar as ferramentas da filosofia.

Sharma e Gandhi (2017), apontam que, embora ainda em estágios iniciais sem grande disseminação ou mesmo conhecimento por parte das grandes empresas, a construção enxuta de navegações está em crescimento acelerado, sendo observada ao redor do mundo nas empresas consideradas referência nesse mercado. Este é outro exemplo de como as adaptações realizadas ao *Lean Production* pelo *Lean Construction* geraram um grande avanço na filosofia em si e abriram portas para que outros setores igualmente ou talvez até mais distantes da produção seriada do TPS pudessem perceber o grande potencial da implementação de suas ferramentas e iniciar a transição em sua direção.

Na Malásia, Ansah (2017) comprovou a possibilidade da utilização das ferramentas do *Lean Construction* como ferramentas de controle de atrasos devido aos fatores externos em projetos de construção, reduzindo a incerteza sobre o cronograma da obra e permitindo o cumprimento de prazos e consequente satisfação dos clientes.

Erdil, Aktas e Arani (2018) mostram ainda a facilidade com que se pode unir o *Lean Construction* e outras filosofias modernas de produção aos conceitos de sustentabilidade, algo que tem sido bastante abordado recentemente, principalmente com o crescimento da conscientização quanto aos impactos ambientais não só da construção em si, mas também das outras fases que compõem o ciclo de vida de uma obra.

Todos estes casos demonstram a polivalência do *Lean Construction* e seu potencial como filosofia de gerenciamento de projetos para este setor que passa por uma de suas piores crises da história no Brasil. Considerando a grande parcela que a construção civil representa para a economia brasileira e mundial, mesmo pequenas melhorias na eficiência da produção neste setor seriam capazes de impactar significativamente na economia (BERTELSEN, 2004). Por isso, torna-se de extrema importância estudar e ampliar as aplicações práticas do *Lean Construction*, visando uma melhoria generalizada não só para o setor, mas lembrando-se também de seus possíveis impactos na qualidade de vida, dos operários até os consumidores finais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de desenvolver este trabalho, inicialmente foi elaborada uma revisão bibliográfica do contexto político-econômico atual do Brasil. Ainda nesta etapa, estudou-se também as relações entre este contexto e a situação na qual o setor da construção civil se encontra nos dias atuais. Em seguida, leu-se sobre a história do *Lean Production* e como viria a se traduzir no *Lean Construction*, além da evolução deste último como filosofia de gerenciamento. Depois, verificou-se as aplicações do *Lean Construction* em situações práticas e seus resultados e, por fim, estudou-se o histórico da empresa analisada por esta pesquisa e sua filosofia atual.

Em paralelo, no decorrer do estágio curricular obrigatório, foi feita a investigação, observação e análise de boas práticas de gestão e da maneira como os problemas foram solucionados na obra do edifício Moriah Aquarius, construído pela MZ3 Engenharia e incorporado pela MVituzzo Construtora e Incorporadora.

Foi feito um levantamento dessas soluções e boas práticas observadas ao longo dos meses e com base nas referências bibliográficas possibilitou-se elaborar uma lista de atividades realizadas nas quais, consciente ou inconscientemente, a filosofia do *Lean Construction* estava presente.

Estas atividades foram então distribuídas dentre os onze princípios do *Lean Construction* segundo Koskela (1992), citados no Capítulo 2, de acordo com qual princípio estaria sendo utilizado.

Esta divisão possui dois objetivos. O primeiro objetivo é evidenciar como a filosofia enxuta auxilia na resolução dos problemas. Separar as boas práticas entre os princípios evidencia os motivos que fazem com que as aplicações do *Lean* sejam ótimas soluções para as respectivas problemáticas, o que demonstra a eficiência da aplicação da teoria. Um exemplo de uma atividade aplicada foi na adoção de plaquinhas de traços nas argamassadeiras, uma prática observada em diversas construtoras, podendo-se dizer que esta solução reduz o risco de mistura desproporcional de materiais pois atua no aumento de transparência do processo de produção de argamassa.

O segundo objetivo é facilitar a visualização dos problemas em si de um ponto de vista científico, de modo a se entender porque ocorreram. Utilizando o mesmo exemplo, atribuir um erro de traço mal dosado à falta de transparência do processo transfere o foco do problema isolado, que seria o traço inadequado, para a sua raiz, no caso, à falta de transparência em si. Isso possibilita que as ações tomadas tenham um alcance muito mais amplo, deixando de

corrigir a falha isoladamente para corrigir o sistema como um todo, evitando que ela torne a ocorrer.

É importante ressaltar que por fazerem parte, direta ou indiretamente, da mesma filosofia de produção, muitas vezes estes princípios se complementam e se tornam consequência uns dos outros, de maneira que uma atividade observada na obra possa se enquadrar em mais de um caso de aplicação (ERIKSSON, 2010). Sendo assim, para esta separação, foi observado qual princípio se destacava como objetivo principal da execução da atividade.

A metodologia utilizada é ilustrada pela Figura 1, que evidencia o sequenciamento das atividades realizadas e as relações entre elas. Como se pode perceber, em paralelo ao desenvolvimento da pesquisa, durante todo o processo há a constante consulta à literatura, o que foi essencial para seu desenvolvimento.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia de Pesquisa



Fonte: Autor

Os setores da obra considerados e analisados ao longo desta pesquisa foram:

- Engenharia;
- Administrativo;
- Projetos;
- Planejamento;
- Suprimentos;
- Financeiro;
- Vendas;
- Segurança;
- Produção.

O setor de produção, sendo o setor mais abrangente, atingindo picos de até 90 funcionários neste setor, é dividido ainda entre as diferentes equipes que executam diferentes funções, como gessoiros, carpinteiros, pedreiros, armadores, pintores e ajudantes. Por fim, estudou-se também a relação entre a construtora MZ3 Engenharia e seu cliente no caso do edifício em questão, a MVituzzo Construtora e Incorporadora.

Exemplos de ferramentas utilizadas pela empresa foram apresentados sempre que possível, de modo a ilustrar como as práticas observadas podem ser automatizadas de modo a facilitar sua aplicação e replicação.

Para classificar este estudo quanto à sua natureza, seus objetivos, sua abordagem e seus métodos, utiliza-se as definições consideradas clássicas por Turrioni e Mello (2012), apresentadas no Quadro 1. As classificações foram destacadas em vermelho:

Quadro 1: Classificações deste Estudo

Natureza	Objetivos	Abordagem	Metodologia
Básica	Exploratório	Quantitativa	Experimento
Aplicada	Descritivo	Qualitativa	Modelagem e Simulação
	Explicativo	Combinada	Survey
	Normativo		Estudo de Caso
			Pesquisa-ação
			Soft System Methodology

Fonte: Adaptado de Turrioni e Mello (2012)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 REDUÇÃO DA PARCELA DE ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR

O planejamento de todas as atividades realizadas é feito de maneira a reduzir ao máximo a geração de resíduos e a desorganização ao longo da atividade, evitando a necessidade de alocar recursos humanos e maquinário para a limpeza e organização posteriores além de retrabalhos, que consistem grande parte das atividades que não agregam valor.

Os exemplos práticos são o planejamento prévio da disposição do escoramento das lajes quando da sua desforma, de modo a incorporar a organização no processo da desforma, e ainda, o cálculo prévio da quantidade necessária de materiais para a realização dos serviços previstos para cada apartamento, conforme o quadro representado na Figura 2 que é utilizada para o controle de distribuição de azulejo e complementos, de modo a evitar o deslocamento desnecessário de materiais e o remanejo de sobras.

Figura 2 – Cálculo do quantitativo de azulejo e argamassa colante por apartamento

CONTROLE DE DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS PARA AZULEJO (Azulejo RV GLACIAL SNOW 32X59 RET-11 pç./cx. ; Argamassa ACII Externo quartzolit-20kg)															Rejunte Branco
2,08 m²/i	FINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT	
1º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
2º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17		7		9	9	17	7	105	11
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13		5		8	8	13	5	84	sc. 5kg
3º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
4º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
5º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
6º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
7º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
8º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
9º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
10º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
11º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
12º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
13º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17	7	7	17	7	7	17	9	9	17	7	129	14
	Sc. AC-II	5	13	7	7	13	5	5	13	8	8	13	5	102	sc. 5kg
14º Pav.	Lote														
	nº Cx.	7	17									17	7	48	5
	Sc. AC-II	5	13									13	5	37	sc. 5kg

Fonte: Autor

4.2 AUMENTO DO VALOR DO PRODUTO POR MEIO DE UMA CONSIDERAÇÃO SISTEMÁTICA DOS REQUISITOS DO CLIENTE

A personalização das unidades é disponibilizada ao cliente no ato da venda por meio de uma lista (Figura 3), com a qual se pode escolher dentre várias opções de decoração para o imóvel, entre elas o piso, os azulejos, os mármore etc. Deste modo, um cliente hipotético que pretendesse dispor de certo valor para a aquisição do imóvel e um segundo valor adicional para sua reforma visando adaptá-lo a seus gostos pessoais, consideraria satisfatório o pagamento do valor referente à soma destas duas quantias pelo imóvel já com a personalização desejada. Assim, com um simples levantamento de desejos do cliente, agrega-se o segundo valor ao produto final sem, com isso, gerar gastos adicionais para a construtora.

Figura 3 – Ficha de Personalização das Unidades do edifício Moriah Aquárius

PERSONALIZAÇÃO DAS PEDRAS DE ACABAMENTO DOS AMBIENTES			
KIT BANHEIRO (Pedra da Bancada, filete da porta e do box)		KIT BANHEIRO SUITE (Pedra da Bancada, filete da porta e do box)	
Tipologia	Valores em R\$	Tipologia	Valores em R\$
1 - () Granito Siena	380	1 - () Granito Siena	380
2 - () Travertino	350	2 - () Travertino	350
3 - () Granito Preto	320	3 - () Granito Preto	320
4 - () Verde Ubatuba	270	4 - () Verde Ubatuba	270
5 - (x) Mármore Branco - Padrão	---	5 - () Mármore Branco - Padrão	---
KIT CHURRASQUEIRA (Pedra da Bancada)		KIT COZINHA (Pedra da bancada da pia e filete do contorno do piso da cozinha)	
Tipologia	Valores em R\$	Tipologia	Valores em R\$
1 - () Granito Siena	570	1 - () Granito Siena	480
2 - (x) Granito Preto	520	2 - (x) Granito Preto	430
3 - () Cinza andorinha	----	3 - () Cinza andorinha	----
4 - () Verde Ubatuba - Padrão	----	4 - () Verde Ubatuba - Padrão	----
PERSONALIZAÇÃO DE ACESSÓRIOS			
FECHADURA BIOMÉTRICA		CHURRASQUEIRA ECOLÓGICA	
Tipologia	Valores em R\$	Tipologia	Valores em R\$
1 - (x) Fechadura Biométrica eletrônica digital, com abertura por senha, digital ou chave (entregue instalada).	1940	1 - () Churrasqueira Ecológica a carvão de aço inox - Peça de sobrepor Double Grill	930
2 - () Manter maçaneta comum - Padrão	---	2 - (x) Não acrescentar churrasqueira - Padrão	---
PERSONALIZAÇÃO DO PISO			
ALTERAÇÃO DE ACABAMENTO PARA O PISO			
PISO LAMINADO - Sala, corredor, dorm. e (varanda de inverno nas plantas finais 2,5,8 e 11)	Valores em R\$	PISO CERÂMICO / PORCELANATO - Cozinha	Valores em R\$
1 - () Piso Patina Pérola - Padrão	----	1 - (x) Piso Bege Claro - Padrão	----
2 - () Piso Maple Verona	----	2 - () Piso Cinza Claro	----
3 - () Piso Carvalho Colonial	----	3 - () Piso Cinza Escuro	----
4 - () Piso Amêndola Curação	----		----
5 - () Piso Carvalho Reno	----		----
6 - (x) Piso Carvalho Only	----		----
7 - () Piso Rovere Sereno	----		----
8 - () Piso Carvalho	----		----
9 - () Piso Patina Bege	----		----
10 - () Piso Ipê Ambar	----		----
Os ambientes tais como a(s) sala(s), a cozinha, o corredor ou a circulação, o(s) dormitório(s) e varanda de inverno nas plantas finais 2,5,8 e 11 no caso de unidades, serão entregues conforme personalização acima por escolha própria dos adquirentes. Os demais ambientes serão entregues como previsto no Memorial Descritivo de Acabamentos, firmado na presente data. Dessa forma, as unidades imobiliárias do empreendimento denominado Edifício Moriah, situado na Rua Heitor Vieira Junior, nº 190, do loteamento denominado JARDIM ALTOS DO ESPANADA, São José dos Campos/SP, com processo aprovado na PMSJC/SP sob nº 84174/15, estão sendo alteradas/personalizadas de acordo com a solicitação dos seus adquirentes e serão de inteira responsabilidade dos seus executores, eximindo a Prefeitura Municipal de São José dos Campos de qualquer responsabilidade para dirimir quaisquer conflitos, no presente e no futuro. As demais modificações arquitetônicas que não impliquem em alteração da área construída e/ou descumprimento da legislação vigente serão também de inteira responsabilidade dos executores.			

Fonte: Autor

Além disso, são realizadas, antes da fase de projeto, pesquisas de opinião com os clientes em potencial, análise nos arredores do terreno, das necessidades do mercado imobiliário da região, de modo a garantir que os empreendimentos preencham algum nicho deixado em aberto pelo mercado, atraindo clientes e investidores.

4.3 REDUÇÃO DA VARIABILIDADE

Koskela (1992) aponta que uma alta variabilidade da duração de atividades está fortemente relacionada com um aumento no volume de atividades que não agregam valor ao produto. Para combater este problema, há sempre um planejamento prévio dos serviços a serem executados de modo que cada funcionário seja responsável por uma parcela repetível do trabalho, aprimorando assim as habilidades específicas utilizadas.

Na Figura 4, pode-se perceber a clara divisão de cada funcionário, representado por um número, em seu serviço em particular. O quadro branco possui mais de dois metros de

comprimento e é utilizado extensivamente em reuniões de planejamento, visando sempre o controle dos recursos humanos na obra.

Figura 4 – Quadro de Funcionários e Funções

FAÇA CERTO

PARA FAZER APENAS UMA VEZ

12 23 04 35
02 02 02 02 02 = 8 20 dias

Aréia →

Reuniões: SEGUNDOS E QUARTOS às 11:00 hrs

DDS: SEGUNDOS E QUARTOS às 7:00 hrs

1º SEM: 3 ARM + 4 CREP.
2º SEM: 2 AZUL + 1 PED.
3º SEM: 3 PED + 2 AZUL
4º SEM: 1 VERIFICAR.

SÁBADO:
0,18,19,
0,17,23,
1,12,13,15,6 (PANDAS)

LOGÍSTICA	FACHADA	RETIRO E SORTEIOS SACHAS	HIDRAUL	ELETRICA	CONTRAPISO	SHAFT	EMBAIXO	GESSO	FORRO	AZULEJO + IMPERM.	PISO + IMPERM.	REJUNTO	SECAPISO + PREP.	TÊRREO E PUC	COBERTURA E 14º PAV	DAMPERS	CX. 3º SUB. e hobby box
15 2,8,15,20	4,9,16,18 5,7,21	2,7	3,4	1,2,3,4, 5,6,7,8,9	5,11	3,9	8,13,22	1,2,4	3,5,6 (3)	1,19,20, 21,2,17	26,2,2? 4,10	13	22,16	14,12	10,11,12,15, 24,25,1,12, 14,23,24	25	
22 2,8,15	4,9,16, 5,7	2,7	3,4	1,2,3,4,5, 6,7,8,9		9	8,13,22	1,2,4	3,5,6 (3)	1,19,20, 21,2,17	26,2,2? 4,10	13	22,16	5,14, 10,11	10,11,12,15, 24,25,1,12, 14,23,24		3,25
23 2,8,15,2	7,22		3,4	1,2,3,4, 5,6,7,8,9		8		1,2,4	3,5,6 (3)	1,19,20,21, 26,2,2? 4,10	13,17	22,16	5,14, 10,11	10,11,12,15, 24,25,1,12, 14,23,24		3,13,25	
25 2,8,15,2	7,22		3,4	1,2,3,4, 5,6,7,8,9			1,2,4	3,5,6 (3)	1,19,20,21, 26,2,2? 4,10	13,17	22,16	5,14, 10,11	10,11,12,15, 24,25,1,12, 14,23,24		3,13,25		

4/dia * AZULEJO: 4 OF — 19/11
8/dia * IMP. PISO: 3 AS —
19/dia * PISO CER. 6+4 OF — 27/11
19/dia * REJUNTO: 4 (PRECISO DE 1)

1º SEM: 3 ARM + 4 CREP.
2º SEM: 2 AZUL + 1 PED.
3º SEM: 3 PED + 2 AZUL
4º SEM: 1 VERIFICAR.

SÁBADO:
0,18,19,
0,17,23,
1,12,13,15,6 (PANDAS)

Fonte: Autor

Além dos pedreiros, em que cada um é responsável pela mesma tarefa do pavimento tipo representado pelo quadro da Figura 4, para execução, entre outros serviços, do reboco, do contrapiso, da alvenaria etc., cada um dos carpinteiros também realizam sempre os mesmos pilares e vigas desde sua montagem até a desforma, cada armador confecciona sempre as mesmas armaduras, cada azulejista é responsável pelos mesmos apartamentos a cada pavimento, assim como os gessoiros e pintores, além das equipes de serviços específicos como montagem da estrutura das escadas, marcação da alvenaria, limpeza, entre outros.

Esta concentração de funcionários sempre nas mesmas funções torna-os melhores e mais rápidos a cada pavimento, posto que quando se acostumam com a rotina do serviço, a cada novo ciclo as dúvidas diminuem e a produtividade aumenta.

Outra ferramenta utilizada é o sistema de metas, que proporciona aos funcionários um objetivo a ser alcançado por todos. Combinado com uma forte comunicação entre a equipe de engenharia e planejamento e os funcionários, cria-se naturalmente um padrão de tempo de execução de serviço, reduzindo a variabilidade dos resultados tanto em qualidade quanto em quantidade.

Visando ao máximo padronizar os produtos de serviços, a lista de projetos utilizados é extremamente extensa, como se pode perceber na Figura 5, totalizando mais de 550 folhas em diferentes áreas da engenharia, como luminotécnica, impermeabilização, formas de madeira, escoramento, elevação de paredes, marcação de primeira e segunda fiadas entre outras. Deste modo, uma vez tendo em mãos os projetos de produção dos produtos, torna-se fácil sua padronização.

Para garantir que os produtos atendam aos padrões mínimos de adequação às conformidades especificadas em projeto ou por decisão da equipe de engenharia, para todo produto ou serviço existe uma ficha de verificação, à semelhança de como se representa na Figura 6, no modelo Checklist que é preenchida antes, durante e após sua conclusão. Se é percebida alguma desconformidade com o padrão preestabelecido, são tomadas medidas corretivas para o problema pontual e preventivas para evitar a recorrência do erro.

Figura 5 – Listagem de projetos e documentos utilizados pela obra

MZ3 - MORIAH	
Lista de Projetos no Autodoc	
Tema	Lista
Acessibilidade	Projetos
Acústica	Relatório Técnico Preliminar
	Memorial Descritivo
	Projetos
Ancoragem	Projeto 14º
Ar Condicionado	Memorial Descritivo
	Projetos
Arquitetura	Apresentação do Moriah
	Plantas, Layouts, Cortes, Fachadas e Esquadrias
Bombeiro	Memorial Descritivo, de Cálculo e projeto de Pressurização da Escada Protegida
	Formulário de segurança, Corte, projetos, cálculos e detalhes de Segurança contra Incêndio
	Plantas de Localização/Situação/Implantação/Risco e Memorial Básico de Construção
Caixilhos	Lista Mestra/Planilha Orçamentária e projetos das Esquadrias (Crescência)
Comunicação Visual	Referência de Adesivagem de vagas e Identificação dos Subsolos
Contrapiso	Projetos e detalhamento de Interfaces, Soleiras e Baguetes, Mapeamento, Taliscamento, paginação de manta acústica
Coordenação	Procedimentos executivos: Produção de argamassa; Controle tecnológico de argamassa; Contrapiso com tratamento acústico
	Atas de Reuniões, Compatibilização de projetos e Apresentação
Decoração	Marmoaria, Forro, Piso e Elevações
	Áreas Comuns (Carmen)
Documentos	Memorial Descritivo, Premissas técnicas, Lista de Contatos da equipe de projetos, Termo de Abertura
	Viabilidade: Vivo; Sabesp e EDP Bandeirantes
	ART: Projetos Estrutural e Acústico
Drenagem	Memorial Descritivo e projeto
Elétrica e Telefonia	Projetos
Elevadores	Cálculo de Tráfego e desenho da caixa do elevador
Estrutural	Apresentação do Moriah
	Armação e Formas
Exaustão	Memorial Descritivo de Ventilação e de Exaustão
	Projetos de Ventilação e de Exaustão
Forma	Projetos de escoramento e executivo dos pilares, vigas e assoalho da laje
	Locação de gachalhos e shafts
Fundações e Contêntes	Metodologias Executivas; Relatórios de Estudos; Locação e Laudos de Sondagens
	Projetos, vistas e detalhes de locação de grampos; Armações das Contêntes
	Projetos das Fundações
Hidráulica	Plantas dos pavimentos
	Projetos de furação; detalhes de esgoto; Vistas de água fria; Verticais; Piscina e Reservatório Inferior
	Quantitativo
Impermeabilização	Caderno de especificações e serviços; Planilha de Quantidades e Serviços
	Plantas, detalhes, notas e legendas
Infraestruturas Elétricas	Memorial Descritivo, detalhes e projetos CentralMax
	Quadros de comando
Levantamento Planialtimétrico	Projetos
Limnotécnica	Projetos
Material de Vendas	Vistas 3D das áreas comuns e da fachada; plantas dos apartamentos e lojas
NBR 15575	Relatório NGI e Recomendações Estruturais
Paisagismo	Memorial Descritivo e Etapas de plantio
	Projetos das Áreas Comuns
Fachada e Piscina	Cadernos de detalhes dos revestimentos Externo e de Piscina
Segurança Patrimonial	Locação de pontos para infra de Segurança Patrimonial
Termo de Compatibilização	Termos de Compatibilização de projetos de Arquitetura, Acessibilidade, Paisagismo, Ar cond., Elétrica, Acústica, Fundações, Impermeabilização e Hidráulica
Vedação	Caderno de Elevações
	Plantas de Caminhamento de tubulações de elétrica e de telefonia e de furações hidráulicas
Vigilância Sanitária	Memorial Descritivo
	Projetos das piscinas

Fonte: Autor

Figura 6 – Modelo de Ficha de Verificação de Serviço de reboco

[illegible]

Fonte: Autor

4.4 REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO

Segundo Koskela (1992), o tempo do ciclo de correção de erros e solução de problemas é diretamente proporcional ao número de camadas hierárquicas envolvidas nos processos.

Nota-se uma grande preocupação na empresa com a redução do ciclo do fluxo de informações, em especial. Assim, os estagiários da construtora que realizam os pedidos de materiais mantêm contato direto com os responsáveis do setor de compras da incorporadora, o que garante uma boa comunicação, reduzindo as dúvidas e agilizando o processo de compras.

Outra aplicação desta filosofia é a liberdade que se dá aos responsáveis por seus respectivos setores de organizá-los como acharem melhor, garantindo a autonomia na tomada de decisões imediatas em vez de fazer necessário obter o aval dos superiores.

Isso se observa claramente na logística da obra que anteriormente era gerida por um estagiário de engenharia e, atualmente, é mantida por um ajudante, correspondente ao cargo mais baixo na hierarquia da empresa, o que não impede toda a obra de depender cegamente de seu trabalho para manter os postos de trabalho devidamente abastecidos.

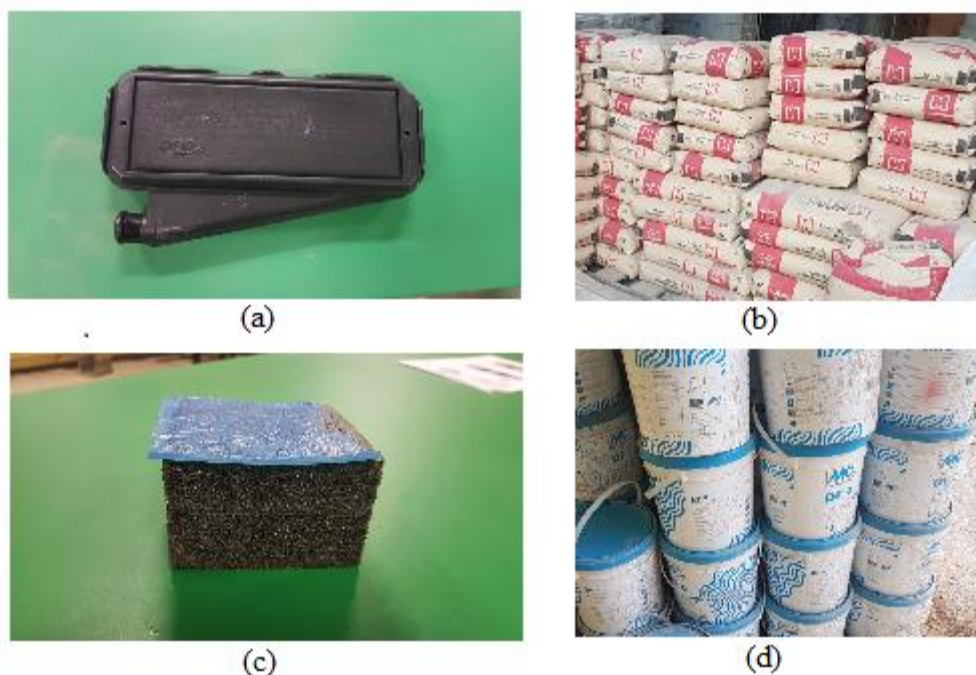
Por fim, são realizadas semanalmente duas reuniões entre toda a equipe de engenharia, contando com a presença dos encarregados, estagiários, engenheiros e coordenadores, para manter sempre um canal aberto para a discussão coletiva de decisões mais impactantes ao curto e médio prazo.

Sobre os ciclos de produção em si, para organizar a equipe e atender ao cronograma, é utilizada uma ordem paralela na execução das atividades, cujas equipes são quase sempre dimensionadas para atender ao ciclo de um pavimento a cada cinco dias trabalhados. Deste modo, várias atividades sequenciais que possuam relação de término-início podem ocorrer paralelamente na obra, cada uma em um pavimento diferente e, ainda assim mantendo o ciclo reduzido de cinco dias. Para tanto, é necessário grande investimento da equipe de planejamento no layout do canteiro, na distribuição de materiais, no controle do remanejo de equipes e no controle da produção.

4.5 SIMPLIFICAÇÃO PELA MINIMIZAÇÃO DO NÚMERO DE ETAPAS, PARTES E LIGAÇÕES

A simplificação dos processos é extremamente importante, principalmente considerando a relativa desqualificação da mão de obra do setor da construção. Para isso, dispõe-se do mercado de produtos industrializados ou pré-fabricados. Segundo Eriksson (2010) a indústria de pré-fabricados é extremamente útil para o setor, uma vez que seus produtos reduzem desperdícios, diminuem o tempo de execução dos serviços e melhoram o ambiente de trabalho, reaproximando alguns aspectos da construção civil à indústria manufatureira. A construtora está sempre buscando novos produtos no mercado, comparando custos e organizando reuniões com fornecedores. Dentre os utilizados na obra, pode-se citar a caixa de passagem para ar-condicionado split Pop da Polar, as argamassas industrializadas como a Matrix 2202 da Votorantim Cimentos para o emboço de fachada (já dosada no traço correto necessitando apenas a adição de água), os passantes em espuma EPS para concretagem de lajes e vigas e a membrana impermeabilizante monocomponente a base de copolímeros DF-9 da MC-Bauchemie, respectivamente ilustrados nas Figuras 6 (a), (b), (c) e (d).

Figura 7 – Produtos industrializados: (a) Caixa de passagem Pop; (b) Argamassa Matrix 2202; (c) Passantes em EPS; (d) DF-9



Fonte: Autor

Todos os materiais ou sistemas citados acima influenciam ativamente no aumento da produtividade da equipe ao reduzir tarefas complexas de várias etapas em poucas etapas simples que, em geral, apenas se resumem na fixação ou mistura com água e aplicação do produto.

4.6 AUMENTO DA FLEXIBILIDADE NA EXECUÇÃO DO PRODUTO

Foi observado que este princípio é provavelmente o mais aquém da realidade da construtora no seu estado atual. Das práticas levantadas neste estudo, não se encontrou alguma que tivesse este princípio como foco principal. Koskela (1992) comenta que este princípio realmente é mais difícil de ser visualizado em um primeiro momento. Parte disso pode ser explicada pela mão de obra disponível que, em geral, não possui a qualificação necessária para garantir a qualidade dos processos e produtos em um sistema flexível, no qual seria necessária a tomada de decisões nos níveis mais básicos da hierarquia e a adaptabilidade de realizar o mesmo serviço de maneiras diferentes sem gerar erros.

Outra possível causa deste fenômeno é o grande investimento necessário para implantar mudanças nos produtos da construção civil uma vez que sua execução já tenha se iniciado.

4.7 AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA NOS PROCESSOS

Ao contrário do que foi comentado em 4.6, a transparência nos processos foi provavelmente o princípio observado com mais ênfase em todos os setores da obra. Foram percebidas várias práticas envolvendo a transparência dos processos.

Dentre elas, talvez a mais impactante seja a limpeza e organização do canteiro e dos locais de trabalho incorporadas no dia a dia da produção, trazendo alguns dos princípios dos 5S.

A Figura 8 ilustra como um apartamento deve estar antes do início da execução do piso e azulejo cerâmicos, sem materiais apoiados nas paredes para evitar deslocamentos desnecessários, sem restos de materiais de serviços passados e prontos para o recebimento do acabamento. Isso aumenta a transparência ao impedir que os erros e desconformidades se mesquem à desorganização e sujeira, o que poderia fazer com que passassem despercebidos.

Figura 8 – Padrão de limpeza e organização dos materiais



Fonte: Autor

Este fato é corroborado pela extensa utilização de placas de sinalização na obra. Nas argamassadeiras, por exemplo, existem placas de traços-padrão de argamassa como se vê representado na Figura 9 (a), para garantir que o traço daquele serviço específico não seja confundido e desrespeitado, comprometendo a qualidade do produto. Essa placa é removida e substituída toda vez que uma argamassadeira passa a servir outro tipo de massa para outro serviço.

Além disso, por haverem diferentes tipos de revestimento cerâmico e para evitar o uso da argamassa colante não correspondente ao exigido, existe a placa individual para cada azulejista indicando qual argamassa colante deve ser aplicada em qual ambiente, ilustrada na Figura 9 (b).

Figura 9 – Placas didáticas e informativas: (a) Traço de argamassa de reboco interno; (b) Locais de aplicação das argamassas colantes



Fonte: Autor

Outra questão bastante trabalhada na obra é a organização dos materiais, que são distribuídos nas quantidades corretas para os respectivos locais de aplicação, facilitando a percepção de faltas ou sobras de material antes que elas ocorram, como se pode observar também na Figura 8.

Por fim, nota-se uma grande preocupação com a terminalidade dos serviços. Como as frentes são executadas em paralelo em pavimentos diferentes, uma falha em um serviço impactaria em um atraso no serviço subsequente. Sendo assim, a terminalidade se tornou um fator importante na cultura dos funcionários, sendo trazida à tona nas reuniões sempre que alguém a desrespeita. Isso resulta em uma fácil verificação ao fim dos serviços tanto pelas

eventuais “denúncias” dos operários que entram em seguida quanto dos gestores que realizam as verificações.

4.8 FOCO NO CONTROLE DO PROCESSO COMPLETO

Pela própria natureza do sistema criado entre a construtora e a incorporadora, é inevitável a criação de uma lente entre as duas corporações. Koskela (1992) afirma que este modelo de sistema no qual o fluxo atravessa uma fronteira organizacional cria um controle segmentado de fluxo, que é inerentemente passível de subotimização. Isso ocorre pois se torna difícil para qualquer uma das partes controlar o processo completo por serem responsáveis cada uma por uma função.

Observou-se que para progredir em direção à dissolução desta barreira, foram necessários anos de aprendizado e cooperação entre as empresas, contato direto entre todas as partes envolvidas de todos os níveis hierárquicos, altos níveis de transparência, reuniões e visitas frequentes à obra, discussões formais e informais sobre as decisões a serem tomadas e uma parceria baseada em confiança mútua e trabalho em equipe.

4.9 ESTABELECIMENTO DE MELHORIA CONTÍNUA AO PROCESSO

Percebeu-se que várias medidas são adotadas especificamente para garantir a melhoria contínua dos processos que ocorrem na obra.

Uma delas foi o monitoramento contínuo de uma gama de dados considerados importantes como produtividade, desperdício de materiais, depreciação de ferramentas, gastos com água e energia elétrica, caçambas de entulho, entre outros.

A Figura 10 exemplifica uma atividade cuja produtividade é medida e acompanhada diariamente, no caso, um pano de fachada de um pedreiro. Estes dados são utilizados posteriormente para realizar a medição do funcionário, mas também para estabelecer metas mais próximas à realidade, auxiliar na verificação da produtividade teórica utilizada, retroalimentar o planejamento realizado e confirmar ou refutar com maior precisão os dados utilizados em futuros orçamentos.

Já a Figura 11 mostra como o controle de resíduos é feito, com medidas mensais analisadas em um gráfico de evolução, visando não superar a meta máxima até o fim da obra.

Figura 10 – Modelo de planilha de controle de produtividade de pedreiro de fachada



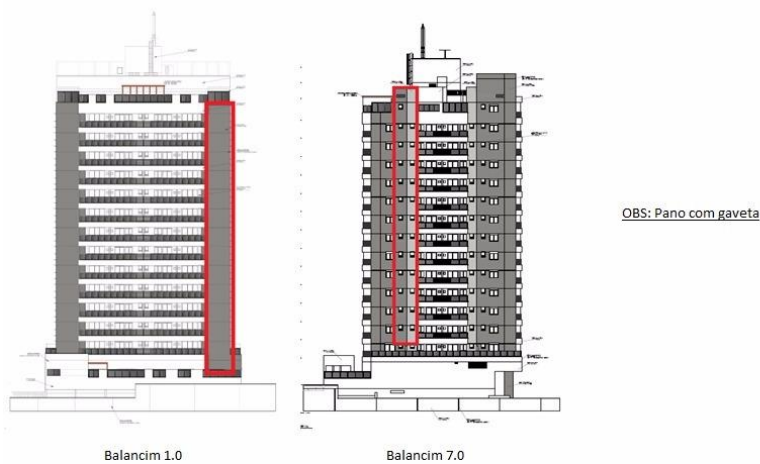
MZ3 ENGENHARIA

Revi. 00

PRODUTIVIDADE FACHADA

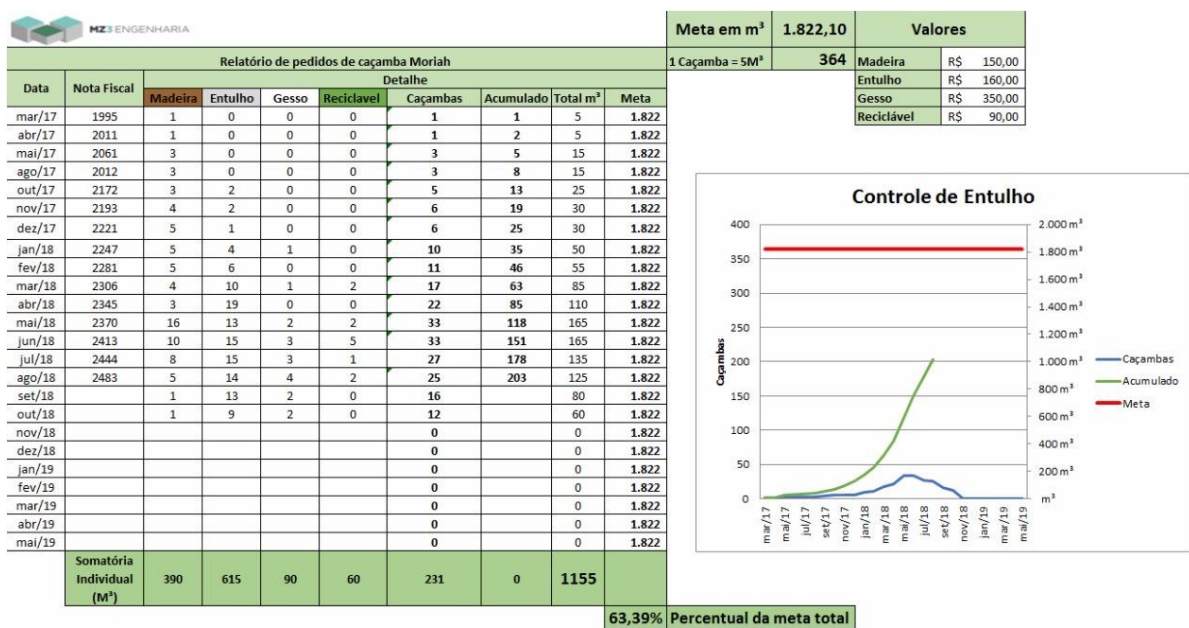
PERÍODO: 18-07-20 a 18-08-20

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES												
EMBOÇO FUNDOS												
Balancim nº: 1		Data de Início: 18/06/15		Data Término: 18/06/28		Encunhamento:			Meta: -			
Meta: 16,71		Média diária: 11,14		Vão por pano: Pano cego		Chapisco: s/ informação na planilha			Meta: 120 m²			
						Talisca: s/ informação na planilha an			Meta: 100 m²			
Dimensão total do pano: 155,96 m²												
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES												
EMBOÇO LATERAL ESQUERDA												
Balancim nº: 7.0		Data de Início: 18/07/16		Data Término: 18/08/02		Encunhamento: 18/07/05			Meta: -			
Meta: 26,31 m²		Média diária: 17,54 a 26,31 m²		Vão por pano: 0,90 m² + 1,35 linear		Chapisco: 18/07/05			Meta: 120 m²			
						Talisca: 18/07/11			Meta: 100 m²			
Dimensão total do pano: m²												
Data:	2018/07/20	2018/07/23	2018/07/24	2018/07/25	2018/07/26	2018/07/30	2018/07/31	2018/08/01	2018/08/02	2018/08/03	2018/08/06	2018/08/07
(m²) diário:	17,54		17,54	26,31	26,31	26,31		17,54				
Data:	2018/08/08	2018/08/09	2018/08/10	2018/08/11	2018/08/12	2018/08/13	2018/08/14	2018/08/15	2018/08/16	2018/08/17	2018/08/20	TOTAL
(m²) diário:												131,55



Fonte: Autor

Figura 11 – Modelo de planilha de controle de caçambas de entulho



Fonte: Autor

Estas medidas permitem, também, a verificação da quantidade de material desperdiçado e a comparação entre as quantidades dos tipos de resíduos gerados em diferentes épocas da obra, por exemplo.

Outra ferramenta interessante presente no dia-a-dia da empresa é a “Prática das boas ideias”, que premia com R\$ 10,00 (dez reais) o funcionário que sugerir alguma ação que vise melhorar a obra e que venha a ser implantada, incentivando a inovação e participação de todos os funcionários no processo de melhoria contínua.

Pode-se considerar que o foco na padronização de procedimentos que são compartilhados entre todas as obras da empresa é também uma ferramenta de melhoria contínua. Isto se deve ao fato de que, uma vez que haja um padrão mínimo estabelecido, as únicas mudanças aceitáveis serão aquelas que trazem melhorias, de modo a se estabelecerem como novo padrão e serem replicadas novamente às outras obras.

Para atingir este objetivo, a maior ferramenta formal utilizada é o “Lições aprendidas”, ilustrado na Figura 12, que se resume a um banco de dados com informações sobre produtos novos testados, ideias que foram postas em prática e seus resultados, positivos ou negativos, procedimentos errados que foram corrigidos ou corretos que devem ser replicados, inovações encontradas, maneiras diferentes de resolver algum problema, tudo isso visando a melhoria da empresa como um todo, com a filosofia de replicar boas ideias e aprender com os erros.

Figura 12 – Ferramenta “Lições Aprendidas”

LIÇÕES APRENDIDAS:											
ITEM	POSITIVA	NEGATIVA	APRENDIDA	ORIGEM	DESCRIÇÃO	CONSEQUÊNCIA	DATA	APONTADOR	COMO REPLICAR OU RESOLVER	DATA	COLABORADORES
50	X			MORIAH	ACESSO DO CANTEIRO	ACESSO SEGURO	25/05/2017	JÉSSICA	ELIMINAR O ACESSO DOS FUNCIONÁRIOS EM RAMPAIS DE TERRA. MONTAR UM ACESSO QUE OCUPA UM MENOR ESPAÇO E QUE SEJA SEGURO.	25/05/2017	JÉSSICA
51		X		MORIAH	ESCAVAÇÃO	CONTA INEXATA DE TERRA, GERANDO MAIS DOIS DIAS DE ESCAVAÇÃO QUE NÃO ESTAVAM NO PLANEJAMENTO EXECUTIVO DA OBRA.	25/05/2017	JÉSSICA	FAZER A CONTA COM MAIOR PRECISÃO E SEMPRE REFAZER PARA CONSTATAR O ERRO E PARA NÃO ATRAPALHAR O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES NO CANTEIRO.	25/05/2017	JÉSSICA
52		X		MORIAH	FUNDAÇÃO	VIGAS NÃO EXECUTADAS	25/05/2017	JÉSSICA	LER E RELER OS PROJETOS, INTERPRETAR DE MANEIRA CORRETA.	25/05/2017	JÉSSICA
53	X			MORIAH	INSTALAÇÃO CARRETILO	MAIOR EFICIÊNCIA NO RECEBIMENTO DE MATERIAIS E REFEIÇÕES.	25/05/2017	JÉSSICA	EVITAR ACIDENTES CARREGANDO MATERIAIS NO PERCURSO ENTRE CANTEIRO E A RUJA. INSTALAÇÃO EM LUGAR ESTRATÉGICO.	25/05/2017	JÉSSICA
54			X	MORIAH	CORTINA DE CONTENÇÃO/ SOLO GRAMPEADO	BANCO DE DADOS E INFORMAÇÕES QUE CONTRIBUEM COM OS PROJETOS FUTUROS	25/05/2017	JÉSSICA	ACOMPANHAMENTO DA TRABALHABILIDADE DA CORTINA COM TOPÓGRAFO. (DESLOCAMENTO EM RELAÇÃO AO SEU PONTO INICIAL)	25/05/2017	JÉSSICA
55		X		GRAND VIEW	SOBRAS DE CONCRETO NA ESCADARIA	FUNCIONÁRIO FAZENDO SERVIÇO DESNECESSÁRIO (PERDA DE DINHEIRO)	29/05/2017	FERNANDO	ASSIM QUE TERMINAR A CONCRETAGEM, FAZER A LIMPEZA E DEIXAR A ESCADA SEM CONCRETO PARA NÃO PRECISARMOS UTILIZAR MARTELETE E UM FUNCIONÁRIO PARA FAZER ESTE SERVIÇO	29/05/2017	FERNANDO
56	X			GRAND VIEW	SELADOR ACRILICA - FACHADA	FISSURA NA FACHADA PÓS OBRA	29/05/2017	FERNANDO	PROCURAR UM SELADOR QUE TRABALHE MAIS EVITANDO FISSURAS	29/05/2017	FERNANDO
57		X		MORIAH	PROTEÇÃO DAS PONTAS DE VERGALHÕES DOS PILARES	MAIOR SEGURANÇA	29/05/2017	FERNANDO	FAZER PROTEÇÃO DE MADEIRA EM TODOS OS PILARES, EVITAR USAR O ESPAÇADOR INDIVIDUAL.	29/05/2017	FERNANDO
58		X		GRAND VIEW	MÁRMORES - ERRO NO ACABAMENTO E DIFICULDADE PARA DISTRIBUIR OS MATERIAIS	DEMORA NA DISTRIBUIÇÃO E RETRABALHO PARA O FORNECEDOR	08/06/2016	FERNANDO	EXIGIR DO FORNECEDOR DE MÁRMORE A IDENTIFICAÇÃO DOS APARTAMENTOS ATRÁS DAS PEDRAS	08/06/2017	FERNANDO
59		X		GRAND VIEW	PISCINA-PESCOÇO OU TENTO	TERMINALIDADE	08/06/2016	FERNANDO	EXECUTAR O PESCOÇO OU TENTO DA PISCINA NA CONCRETAGEM	08/06/2017	FERNANDO
60			X	MAYFAIR	ÁRVORE NA CALÇADA	RAÍZES ATRAPALHANDO A CONTENÇÃO	06/07/2017	MARIANA	QUANDO A ÁRVORE ESTIVER NA CALÇADA DEVE-SE PROCURAR A SECRETARIA DE SERVIÇOS MUNICIPAIS - ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELA MANUTENÇÃO DA CIDADE, ONDE ATRAVÉS DE UMA VISTORIA VÃO APURAR QUAL A MELHOR MEDIDA A SER TOMADA.	06/07/2017	MARIANA
61		X		MAYFAIR	CONTENÇÃO	ERRO NO PROJETO DE CONTENÇÃO E ATRASO NO CRONOGRAMA	06/07/2017	MARIANA	REVISAR PROJETOS E MANter DIÁLOGO COM OS VIZINHOS.	06/07/2017	MARIANA
62		X		MORIAH	ATRASO NA ENTREGA DO PEDIDO DE AÇO	ATRASO CONCRETAGEM 1 DIA	20/07/2017	JÉSSICA	FORMALIZAR TODOS OS PEDIDOS E COBRANÇAS POR EMAIL - MANTER SEU FORNECEDOR CIENTE DA IMPORTANTE DE RECEBER O MATERIAL NA DATA PROGRAMADA	20/07/2017	JÉSSICA

Fonte: Autor

4.10 BALANCEAMENTO DA MELHORIA DOS FLUXOS COM A MELHORIA DAS CONVERSÕES

Embora a melhoria das conversões seja importante e buscada pela empresa, como mencionado anteriormente, sempre na perspectiva de estudar novas tecnologias, ferramentas e métodos de conversão, com a participação em palestras, simpósios, congressos e reuniões, segundo Koskela (1992), a indústria da engenharia civil tem negligenciado os fluxos há tanto tempo que, de modo geral, melhorias nestes processos tendem a ser as mais impactantes a curto prazo.

Percebeu-se que, visando a segmentação da busca por melhorias e melhor controle, os diferentes fluxos ocorrendo na empresa são atribuídos a um responsável específico por cada um. O fluxo de materiais é controlado por um estagiário de engenharia civil responsável pela logística da obra, tanto interna (deslocamento e distribuição de material) como externa (fornecedores, clientes e outras obras). O fluxo de mão de obra é planejado, controlado e fiscalizado pelos estagiários de engenharia civil de cada equipe, sendo um para a estrutura, um para a fachada e um para os pavimentos-tipo, todos recebendo o devido suporte do engenheiro da obra. O fluxo de informações é controlado pelos próprios engenheiro e coordenador e compartilhado tanto de maneira focalizada, com conversas informais entre dois ou três participantes principais, quanto de maneira generalizada, nas duas reuniões semanais, além de outras em casos urgentes, conforme a necessidade.

4.11 *BENCHMARKING*

Numerosas vezes durante as reuniões um dos diretores da empresa mencionou que caso alguém conhecesse alguma empresa que fizesse algo melhor que a sua, ele deveria ser informado para que pudesse copiá-la. Isto é evidenciado pela já mencionada “Prática das Boas Ideias”, que premia os funcionários que trazem ideias – muitas vezes de construtoras onde tenham trabalhado anteriormente – para serem implantadas na empresa.

Foi percebido, também, que a prática do *benchmarking* é muito comum no meio da construção civil no caso da empresa analisada. Isso se deve possivelmente por pressão do mercado em crise no qual as únicas opções das empresas eram melhorar seus processos, muitas vezes trocando boas ideias entre si, ou parar de construir. Não se pode deixar de citar a ACONVAP – Associação dos Construtores do Vale do Paraíba – como grande mediadora e facilitadora deste processo de melhoria conjunta na região. Sempre organizando eventos de

compartilhamento de ideias entre os construtores, esta e outras associações exercem um grande papel na melhoria do setor da construção civil como um todo, o que é benéfico para todos os envolvidos, desde os funcionários até os clientes finais.

5 CONCLUSÃO

Com base na literatura, percebeu-se que muitos dos problemas da construção civil atualmente advêm de um atraso na atualização de seus sistemas de gestão e de produção, principalmente quando comparada com outros setores. A filosofia do *Lean Construction* demonstrou ser uma ferramenta extremamente eficaz na resolução de boa parte desses problemas, quando implementada de maneira ativa e incisiva.

Quando se analisou as boas práticas advindas deste processo empírico de resolução de problemas, foi possível verificar que praticamente todas elas se encaixavam em algum princípio do *Lean Construction*. Com isso, pode-se concluir que há uma relação intrínseca, ainda que latente, entre a boa gestão e a aplicação da filosofia enxuta.

Para estudos futuros, sugere-se comparar a eficiência do processo empírico de resolução de problemas observado neste estudo com um procedimento científico que parta diretamente da filosofia enxuta desde o princípio.

Além disso, ainda que o foco deste trabalho tenha sido a análise da aplicação da filosofia enxuta na construção civil, esta filosofia possui aplicabilidade em praticamente qualquer atividade humana. Sendo assim, sugere-se estudar como estes exemplos de aplicação descritos neste trabalho poderiam ser adaptados e replicados em outros setores.

Pôde-se notar também que boa parte das soluções adotadas são pensadas sem qualquer embasamento puramente teórico ou científico, sendo utilizados principalmente a experiência, o bom-senso e a criatividade dos envolvidos. Isto demonstra um distanciamento entre o meio científico, com suas teorias e ferramentas que vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas cada vez mais, e o canteiro de obras em si, o que atrapalha ainda mais uma aceleração do processo de modernização da construção civil.

Não se pode deixar de mencionar as barreiras para a implantação desse sistema construtivo, que são principalmente culturais e organizacionais. Esta falta de visão e de disposição de se aprender novos conceitos no setor da construção civil se mostrou ser a grande responsável pela estagnação científica e tecnológica do setor, comprometendo a qualidade dos serviços prestados e danificando a própria imagem dessa indústria.

Embora realmente haja um problema de desqualificação da mão de obra que vem piorando com o passar dos anos, muitas das práticas observadas provaram ser de grande valia para que qualidade, segurança e produtividade não dependam unicamente das habilidades dos funcionários de base, como tem acontecido por décadas.

Para que haja realmente uma difusão generalizada da aplicação não só desse sistema, mas outros similares, principalmente nos países emergentes, é necessário que os construtores se mantenham abertos às novas ideias e a investir recursos no aprimoramento de seu sistema construtivo sem visar o lucro imediato, mas focando na melhoria contínua de sua empresa.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAZEK, R. H.; ELSHAKOUR, H. A.; ABDEL-HAMID, M. Labor productivity: Benchmarking and variability in Egyptian projects. **International Journal of Project Management**, Guildford, v. 25, n. 2, p.189-197, fev. 2007.
- AMORIM, Lucas. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. Revista Exame. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao/>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S. Effect of lean tools to control external environment risks of construction projects. **Sustainable Cities And Society**, Amsterdam, v. 32, p.348-356, jul. 2017.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M.. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, Alexandria, v. 52, n. 4, p.679-695, dez. 2013.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 2nd. 1994, Santiago. **Proceedings...** . Santiago: Catolica Universidad de Chile, 1994a. 13 p.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Improving downstream performance. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 2nd. 1994, Santiago. **Proceedings....** Santiago: Catolica Universidad de Chile, 1994b. 15 p.
- BERTELSEN, S. Lean Construction: Where are we and where to proceed? **Lean Construction Journal**. Arlington, p. 46-69. out. 2004.
- BERTELSEN, S; KOSKELA, L. Construction beyond Lean: A new understanding of construction management. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 12nd., 2004, Elsinore. **Proceedings...** . Elsinore. 2004. 11 p.
- CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, 2008.
- CHOO, C. W. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. **Senac**, São Paulo, p. 425, 2003.
- CROWLEY, A. Construction as a manufacturing process: Lessons from the automotive industry. **Computers And Structures**, Elmsford, v. 67, n. 5, p.389-400, jun. 1998.
- DO NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.
- ERDIL, N. O.; AKTAS, C. B.; ARANI, O. M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal Of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 198, p. 520-529, out. 2018.

ERIKSSON, E. Improving construction supply chain collaboration and performance: a Lean Construction pilot project. **Supply Chain Management: An International Journal**, Bradford, v. 15, n. 5, p.394-403, 10 ago. 2010.

FERREIRA, E. A. F. **Construção Enxuta**: uma ferramenta para o enfrentamento do cenário atual de crise econômica. 2016. 74 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

FREIRE, J.; ALARCÓN, L. F. Achieving Lean design process: Improvement methodology. **Journal Of Construction Engineering And Management**, New York, v. 128, n. 3, p.248-256, jun. 2002. American Society of Civil Engineers (ASCE).

GAO, S.; LOW, S. P. The Last Planner System in China's construction industry — A SWOT analysis on implementation. **International Journal of Project Management**, Guildford, v. 32, n. 7, p. 1260-1272, out. 2014.

GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F.; MOLENAAR, K. Multiobjective design of Work-In-Process buffer for scheduling repetitive building projects. **Automation In Construction**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 95-108, mar. 2009.

HAMDAR, Y. et al. Performance-based specifications for sustainable pavements: a Lean Engineering analysis. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 74, p. 453-461, ago. 2015.

HICKS, C. et al. Applying lean principles to the design of healthcare facilities. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 170, p. 677-686, dez. 2015.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of operations management**, Amsterdam, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007.

HOWELL, G. A.; KOSKELA, L. Reforming Project Management: the role of Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8th, 2000. Brighton, **Proceedings...** Brighton. 2000.

ISSA, U. H. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. **Alexandria Engineering Journal**, Alexandria, v. 52, n. 4, p. 697-704, dez. 2013.

JANUZZI, U. A.; VERCESI, C. Sistema de gestão da qualidade na construção civil: um estudo a partir da experiência do PBQP-H junto às empresas construtoras da cidade de Londrina. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa v. 6, n. 3, p. 136-160, 2010.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: **Center For Integrated Facility Engineering**, 1992. 75 p. Disponível em: <<https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2018.

LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

LI, H. et al. Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency. **Automation in Construction**, Amsterdam v. 14, n. 3, p. 323-331, 2005.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. **Estratégias de produção para a Construção Enxuta**. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267236226_ESTRATEGIAS_DE_PRODUCAO_PARA_A_CONSTRUCAO_ENXUTA>. Acesso em: 05 set. 2018.

MATT, D. T.; KRAUSE, D.; RAUCH, R. Adaptation of the value stream optimization approach to collaborative company networks in the construction industry. **Proceedings... CIRP**, 8th., Conpenhagen, v. 12, p. 402-407, 2013.

NAHMENS, I.; IKUMA, L. H.. Effects of Lean Construction on sustainability of modular homebuilding. **Journal Of Architectural Engineering**, New York, v. 18, n. 2, p. 155-163, jun. 2012.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A. Barreiras para o uso da tecnologia da informação na indústria da construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais....** Porto Alegre: Pucrs, 2002. p. 1 - 5.

OLIVEIRA, B.f. et al. Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas Lean em empresas construtoras: o Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR). **Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 2, n. 4, p. 156-174, 31 dez. 2010.

SACKS, R.; TRECKMANN, M.; ROZENFELD, O. Visualization of work flow to support Lean Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 135, n. 12, p. 1307-1315, 2009.

SALEM, O. et al. Lean Construction: from theory to implementation. **Journal Of Management In Engineering**, New York, v. 22, n. 4, p. 168-175, out. 2006.

SAMUEL, D.; FOUND, P.; WILLIAMS, S. J. How did the publication of the book The Machine That Changed The World change management thinking? Exploring 25 years of lean literature. **International Journal of Operations And Production Management**, Bradford, v. 35, n. 10, p. 1386-1407, 2015.

SHARMA, S.; GANDHI, P. J. Scope and impact of implementing Lean principles and practices in shipbuilding. **Procedia Engineering**, Amsterdam, v. 194, p. 232-240, 2017.

SMALL, E. P.; HAMOURI, K. Al; HAMOURI, H. Examination of opportunities for integration of Lean principles in construction in Dubai. **Procedia Engineering**, Amsterdam, v. 196, p. 616-621, 2017.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Apostila do Curso de Especialização em Qualidade e Produtividade. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá. 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **Machine that changed the world**. Nova Iorque: Simon and Schuster, 1990. 352 p.

ZHANG, S. et al. Workforce location tracking to model, visualize and analyze workspace requirements in building information models for construction safety planning. **Automation In Construction**, Amsterdam, v. 60, p. 74-86, dez. 2015.