

Lean Construction: a necessidade de uma abordagem integrativa

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.12>

Juliana Folgosi¹, Fernanda Ferreira²

¹ *MBA Pecege-USP-ESALQ, Piracicaba, São Paulo, Brasil, ID ORCID 1*

² *Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil, ID ORCID 2*

Resumo

Diante da fomentação tecnológica nos mais diversos setores industriais e sua importância mercadológica, buscou-se analisar os fatores que levaram a Indústria da Construção Civil ao baixo índice de investimento em inovações e tecnologia, quando comparada a outros setores, e sua relação com a baixa produtividade e insatisfação dos clientes. Diante dos fatores expostos, propôs-se o “Lean Construction” como opção de filosofia integrativa, buscando-se na literatura evidências de sua aplicabilidade em empresas do setor. Em seguida, iniciou-se estudo de caso em quatro organizações que já utilizam “Lean Construction” em seus projetos e construções. Para o estudo em questão, utilizou-se um formulário baseado na ferramenta “Lean Construction Assessment Tool” [LCAT], o qual foi apresentado à especialistas da construção civil para a coleta de informações referentes às práticas que mais obtiveram sucesso, bem como trazer à tona os benefícios e dificuldades encontradas por essas organizações em suas incorporações. Observou-se que, independente do porte ou segmento da empresa, a filosofia “Lean” contribui de forma significativa para o aumento da produtividade, para o controle de qualidade e na redução dos riscos e desperdícios. Além disso, notou-se através do questionário aplicado, satisfação em se utilizar a mentalidade enxuta para a concepção e controle de grandes projetos.

1. Introdução

Em todo o mundo, entende-se que o reconhecimento da qualidade dos produtos e a maneira como são geridas as cadeias de produção, são fatores determinantes na competitividade entre empresas dentro de uma economia global. No Brasil, a construção civil, apesar de sua alta relevância, é considerada de um setor atrasado em relação a outros setores industriais [1], e quando descritas as causas vinculadas a essa disparidade, cita-se o lento desenvolvimento tecnológico, baixa eficiência produtiva, baixo nível de qualidade do produto final, entre outros. A necessidade de atender às exigências dos consumidores, se adaptar a crescente concorrência e obter um maior controle sobre os custos, tem demandado das construtoras maior valor na aplicação de ferramentas que sistematizem seus processos e aperfeiçoem sua gestão, de forma a se obter um reconhecimento mais assertivo das falhas que ocorrem ao longo do fluxo das atividades.

Frente a esta necessidade, cresce consideravelmente a busca por alternativas para complementar o gerenciamento de projetos tradicional, cujos resultados desejados sejam ainda mais precisos e num espaço de tempo relativamente menor. Gerenciar um projeto é garantir que o mesmo tenha um planejamento de todas as suas fases [2], através do qual é possível estabelecer um parâmetro de acompanhamento contínuo, onde impactos de prazos e/ou custos sejam arquitetados a curto e médio prazo, possibilitando antecipar a manipulação das variáveis e garantir uma execução livre de falhas.

Os conceitos da filosofia “Lean” – desenvolvidos pelo Sistema Toyota de Produção, difundiram-se em organizações de diferentes setores industriais nas últimas décadas e, na indústria da construção civil, são abordados pelo termo “Lean Construction” e tem como precursor Lauri Koskela. Seria o “Lean” capaz de alavancar a produtividade de projetos de construção bem como é observado em outros setores industriais? Quais os fatores que influenciam na inclusão dessa filosofia de gestão e a partir de que momento ela se tornou essencial em empresas construtoras? Esses foram os questionamentos fundamentados pelas autoras com base em uma revisão bibliográfica acerca dos contextos culturais e sociais que levaram a indústria da construção ao “status” que ela se encontra no mercado atual e também a respeito da filosofia “Lean”, sua origem e aplicabilidade em empresas construtoras através de quatro estudos de caso em empresas de diferentes portes, segmentos e áreas de atuação dentro do mercado brasileiro de construção civil.

2. Material e Métodos

2.1. Revisão da Literatura

A Indústria da Construção Civil foi capaz de integrar uma série de atividades de diferentes complexidades, com processos variados que se vincularam a diferentes tipos de demanda [3]. Junto a internacionalização das empresas, elevou-se o nível

de conscientização da população pela busca de qualidade e, por consequência, uma maior exigência de satisfação em relação ao empreendimento [4]. Em contrapartida, observou-se, uma conscientização das próprias empresas em relação aos seus clientes, suas necessidades e o importante papel que estes representavam ao mercado da construção.

O setor, no entanto, é apontado como o grande gerador de desperdícios pela enorme quantidade de entulho gerado em seu processo construtivo [5]. Estimou-se, através de pesquisas levantadas em canteiros de obras com empresas que utilizavam o sistema convencional de construção, que o gasto com desperdício poderia alcançar até 30% do custo total da obra [6].

Constatou-se também, que patologias nas construções eram muito frequentes, e que o nível de produtividade em empresas brasileiras era menor que a metade praticada nos países desenvolvidos. Esse conjunto de falhas no processo de produção e no pós-obra, quando convertido em custos, mostrou que as empresas geravam um potencial bastante significativo na redução de custos e aumento da competitividade no setor como um todo, quando o combate ao desperdício se tornava uma prioridade [6].

Outra insatisfação que serviu de motivação aos empresários para se investir em melhorias, foram os métodos construtivos, considerados inadequados e associados à uma cultura de improvisação e desperdício, que apesar de não terem rompido com os métodos tradicionais, buscaram aperfeiçoar e incorporar novas ferramentas para racionalizar a produção e proporcionar uma maior instrumentação ao controle [4]. Demonstrou-se necessário, portanto, uma maior integração projeto-obra e de todos os envolvidos nos processos de construção de um edifício. Para isso, planejamento, disciplina e aceitação por parte de todos os membros da equipe diante da gestão e da elaboração do projeto tornaram-se essenciais.

Para se conduzir um maior entendimento de novos modelos de gestão, alguns estudos foram realizados no sentido de proporcionar um fluxo contínuo de melhorias e de padronização [7]. Esses estudos foram motivados pelo fato de que, em grande parte dos projetos de construção civil, notavam-se discrepâncias entre o projeto e a execução, além do baixo desempenho de qualidade e eficiência do setor.

Observou-se, que não só a tomada de decisões, como a fase de planejamento, eram habitualmente realizadas de maneira informal e, portanto, a retroalimentação das informações sobre o desenvolvimento da obra se dava de forma inconsistente e incompleta, levando a retrabalhos e desperdícios [8]. Em contrapartida, notou-se que empresas enxutas e com boas estratégias de comunicação demonstraram uma maior agilidade de resposta à novas situações [9].

Deste modo, concluiu-se que a função produção das empresas deveria estar preparada para executar seus processos construtivos com qualidade e que esta deveria ser alcançada mediante treinamento da mão-de-obra, uso de ferramentas adequadas e com o desenvolvimento de procedimentos que racionalizassem a produção [10].

Diante do exposto acima, considerou-se a inovação como fator determinante na competitividade entre empresas do setor [10], não só pelo fato deste requisito estar relacionado a melhorias processuais, mas também como fator chave na decisão de clientes que prezam por produtos inovadores e diferenciados.

Como alternativa e proposta para uma ruptura com o modelo tradicional de gestão, passou-se a considerar a integração da filosofia “Lean Construction” [LC] às práticas dos gestores das empresas de construção [10], a qual foi derivada da teoria “Lean” de produção e teve como precursor Lauri Koskela em 1992.

O modelo de processo do LC, proposto por Koskela [11], estabeleceu que um processo consiste num fluxo de materiais (da matéria-prima ao produto final), que por sua vez é constituído por atividades que podem ou não gerar valor, sendo denominadas atividades de fluxo aquelas que não acrescentam valor ao produto final. Após a identificação da cadeia de valor e da redução ou eliminação das etapas vistas como desnecessárias (desperdícios), determinou-se como objetivo, garantir que as etapas restantes fluíssem de forma eficiente e ininterrupta. A vantagem do fluxo contínuo reflete diretamente na qualidade do produto, uma vez que a maior transparência do processo permite que os erros sejam detectados de maneira mais fácil [12].

A avaliação quanto aos princípios “Lean” foi considerada complexa, sendo mais viável a análise de práticas e ferramentas, ainda que a presença destas não signifique real implantação do conceito na cultura das empresas, mas, podem ser compreendidas como indícios da disseminação desses modelos de produção [13]. Seguindo esta mesma ideologia, diversos métodos foram propostos para avaliar o grau de implementação da construção enxuta e, a abordagem mais utilizada, foi a de questionários ou formulários [14].

Frente a esse contexto, foi desenvolvido uma ferramenta chamada “Lean Construction Assessment Tool” [LCAT], através da qual buscou-se aferir, a partir de outros métodos já desenvolvidos, o nível de implementação com base na avaliação da aplicação de práticas da construção enxuta em empresas com o Sistema de Gestão da Qualidade já consolidado, almejando a melhoria contínua de seus processos [14]. O rigor matemático e estatístico utilizado para a elaboração do formulário de avaliação, além da escolha das práticas presentes em sua versão final, possibilita sua utilização em diferentes contextos e por qualquer empresa construtora.

2.2. Os estudos de quatro empresas de construção civil

Os estudos dos quatro casos basearam-se na aplicação de um formulário desenvolvido com base na ferramenta LCAT [14], através do qual foram analisadas práticas e ferramentas utilizadas pelas empresas, bem como os benefícios e dificuldades encontradas na incorporação do “Lean” dentro das organizações.

A seleção das empresas que participaram do estudo, foi feita por amostragem não probabilística intencional, ou seja, não foram utilizados meios estatísticos para a

escolha dos participantes, e essa se deu exclusivamente através de julgamento das autoras da pesquisa e critérios específicos estabelecidos, em práticas de gestão e operação da empresa:

- Que possuísse técnicas e ferramentas de “Lean Construction” consolidadas em práticas de gestão e operação da empresa;
- Sistema de Gestão da Qualidade certificado;
- Critérios definidos para a seleção de fornecedores;
- Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade;
- Processo de Planejamento e Controle de Produção formalizado;
- Plano de longo prazo transparente;
- Fluxo geral de atividades definido;
- Departamento interno de Gestão de Projetos;
- Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações.

A pesquisa contemplou uma única etapa, através da qual os entrevistados receberam por e-mail uma planilha em MS Excel® v. 2010 contendo o Questionário inicial (Tabela 1) seguido do Formulário de Aplicação (Tabela 2). Visitas presenciais foram descartadas devido a pandemia de Covid-19. As empresas participantes da pesquisa são construtoras, incorporadoras e prestadoras de serviço do segmento residencial e de infraestrutura da construção civil, de diferentes portes, atuantes fora e dentro do Brasil. Foram quatro empresas entrevistadas, denominadas pela autora de A, B, C e D. O questionário inicial de perfil, ilustrado na Tabela 1, teve como objetivo coletar informações básicas a respeito das empresas. Em seguida e, através do Formulário de Aplicação (Tabela 2), foram identificadas as práticas e ferramentas utilizadas em suas corporações.

Tabela 1
Questionário inicial.

Questionário de perfil da empresa
Área/ departamento de atuação:
Porte da empresa:
Segmento de atuação:
Certificações:
Declara que aplica construção enxuta? (sim/ não)
Qtd. de obras em andamento:
Qtd. de obras adequadas à filosofia Lean:
Região/cidade em que estão localizadas:
São identificados benefícios na aplicação da filosofia Lean na gestão do empreendimento? Quais?
Existem dificuldades na implantação dessas metodologias? Quais?

Das quatro empresas entrevistadas, todas identificaram benefícios na integração do “Lean” no gerenciamento de seus empreendimentos e apenas a empresa C não apontou nenhuma dificuldade em sua aplicação. A empresa D, quando questionada sobre os benefícios de sua incorporação, não só afirmou que está implantando em praticamente todas as áreas de interface com a obra, como se referiu a elas como “verdadeiras fábricas”. Concluiu-se, através dessa comparação, que houve a conscientização das empresas em relação à necessidade de se investir em processos cons-

trutivos mais mecanizados, como já observado [15]. Além disso, foi possível notar a motivação por parte dos empresários em provar que o setor é capaz de alcançar a modernização já vista em outros setores industriais, mencionada em pesquisa [4]. Em contrapartida, foram encontradas dificuldades em sua aplicação, exceto para a empresa C, que afirmou ter instituído o “Lean Construction” a partir da necessidade da companhia de se reinventar perante o mercado. Outra afirmação feita pela empresa C, foi que todos os seus funcionários são treinados a vivenciar a cultura “Lean”, o que enfatiza a afirmação de que a qualidade na execução dos processos de construção só seria alcançada mediante treinamento da mão-de-obra, uso de ferramentas adequadas e procedimentos que racionalizassem a produção [10]. Para a empresa D, dificuldades são comumente encontradas em novos projetos, porém enfatizou-se que, a existência de uma equipe especializada ao “Lean” dentro da organização e voltada ao apoio de novos projetos, faz com que todas as barreiras encontradas sejam possivelmente transpostas e solucionadas.

A existência de uma equipe especializada em “Lean” dentro da organização D, descharacteriza o princípio de redução do tempo de ciclo e de equipes auto dirigíveis, o qual visa reduzir a dependência de terceiros nas tomadas de decisões, sendo necessário, capacitar as pessoas que trabalham diretamente dentro do fluxo [11].

Sobre o Formulário de Aplicação (Tabela 2) observam-se perguntas sobre a Gestão da Qualidade, a Gestão de Suprimentos, o Planejamento e Controle da Produção e sobre Gestão de Projetos.

Tabela 2

Formulário de aplicação.

Formulário de aplicação	
Preencha com "s" quando praticado e "n" quando não praticado em cada um dos itens abaixo	
Marque com um "x" quando não souber responder ou se a empresa não possui os pré-requisitos necessários para se submeter a avaliação	
Gestão da Qualidade	
Pré-requisito 1: Sistema de Gestão da Qualidade certificado	
Critério 1	Treinamento dos funcionários
C 1.1	Treinamento para executar procedimentos levando em conta requisitos de qualidade
C 1.2	Capacitação para controlar qualidade da própria atividade
C 1.3	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais
Critério 2	Solução de problemas
C 2.1	Grupos de solução de problemas na obra
C 2.2	Padrão a ser seguido para identificação de causas raízes
C 2.3	Causas raízes identificadas entram em um ciclo PDCA
Critério 3	Organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras
C 3.1	Dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos
C 3.2	Dispositivos visuais para promover a facilidade de acesso e identificação dos ambientes
C 3.3	Vias de circulação de pessoas identificadas
Gestão de Suprimentos	
Pré-requisito 1: Critérios definidos para a seleção de fornecedores	
Pré-requisito 2: Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade	
Critério 1	Controle de estoque e armazenamento de materiais
C 1.1	Controle de estoque contemplando a entrada e saída de materiais
C 1.2	Padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras
C 1.3	Identificação visual dos pontos de reposição de estoques
Critério 2	Solução de Problemas
C 2.1	Estudo do local de armazenamento do material considerando sua tecnologia de entrega
C 2.2	Layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte
C 2.3	Controle do espaço físico considerando o tempo de entrega dos materiais
Critério 3	Controle de custos na cadeia de suprimentos
C 3.1	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas
C 3.2	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas monetariamente
C 3.3	Metas para a redução de custos das atividades de transporte, armazenamento e inspeção de materiais
Planejamento e Controle da Produção	
Pré-requisito 1: Processo de Planejamento e Controle da Produção formalizado	
Pré-requisito 2: Plano de longo prazo transparente	
Pré-requisito 3: Fluxo geral de atividades definido	
Critério 1	Planejamento de curto prazo
C 1.1	Mapeamento com determinação das atividades de cada equipe em cada dia de trabalho, contemplando local e insumos a serem utilizados
C 1.2	Gráfico de balanceamento de operação para atividades que estão no caminho crítico
C 1.3	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para atividades que estão no caminho crítico
Critério 2	Mapeamento do fluxo de valor
C 2.1	Processo de mapeamento do fluxo de valor para um grupo de atividades ou do empreendimento como um todo
C 2.2	Estratégia da empresa para reduzir parcela das atividades que não agregam valor
Critério 3	Controle de produção
C 3.1	Indicadores para avaliar o cumprimento do prazo da obra
C 3.2	Dispositivos visuais para disseminar informações de planejamento e controle da obra
C 3.3	Ferramentas de controle da produção em tempo real
Critério 4	Controle de custos
C 4.1	Perdas nos processos produtivos são quantificadas
C 4.2	Perdas são quantificadas monetariamente
C 4.3	Indicadores de metas para reduzir os custos da obra
Gestão de Projetos	
Pré-requisitos 1: Departamento interno responsável pela gestão de projetos	
Pré-requisitos 2: Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações	
Critério 1	Planejamento do desenvolvimento de projetos
C 1.1	Planejamento geral do desenvolvimento dos projetos
C 1.2	Planejamento semanal das etapas do desenvolvimento de projetos
Critério 2	Compatibilização e validação de projetos
C 2.1	Verificação de compatibilidade entre projetos antes da aprovação para execução
C 2.2	Comunicação direta entre projetistas durante desenvolvimento dos projetos
C 2.3	Utilização do BIM em projetos para compatibilização entre projetos
Critério 3	Identificação do valor requerido pelo cliente
C 3.1	Realização de análises de mercado para levantar requisitos esperados pelo público alvo
C 3.2	Pesquisas de satisfação de clientes em relação a itens de desempenho do projeto
C 3.3	Feedback aos projetistas após pesquisa de satisfação dos clientes
C 3.4	Testes de novos itens com utilização de realidade aumentada com clientes potenciais
Critério 4	Identificação de problemas em projetos
C 4.1	Problemas causados por erros de projetos são identificados
C 4.2	Comunicação direta entre projetistas e engenheiros de obra durante execução
C 4.3	Feedback dos problemas encontrados aos projetistas após execução do empreendimento
C 4.4	Metas para redução de problemas causados por erros de projetos

No Formulário de Aplicação (Tabela 2), a primeira das categorias avaliadas – Gestão da Qualidade, possui nove práticas e foi a que obteve maior adesão entre as empresas entrevistadas. As práticas analisadas estão relacionadas aos critérios de: 1 – treinamento dos funcionários, 2 – solução de problemas e 3 – organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras, obtendo resultados mais satisfatórios, o critério de solução de problemas (critério 2), que envolve as seguintes ferramentas: grupos de solução de problemas na obra, padrão para identificação de causas raízes e ciclo

PDCA. A necessidade de grupos de solução de problemas foi devido à dificuldade de comunicação presente nas organizações tradicionais [11] e [16].

A segunda categoria avaliada diz respeito a Gestão de Suprimentos, e nela avaliou-se a preocupação que as empresas têm em relação ao gerenciamento do espaço físico para armazenamento, entrada e saída dos materiais e o controle de custos envolvidos em toda a logística da cadeia. Além da maior assertividade em relação ao melhor momento de compra e recebimento de materiais e do controle de qualidade, requerido por organizações com modelos tradicionais de gestão, percebeu-se principalmente nas empresas de maior porte C e D uma maior preocupação em controlar os custos envolvidos com perdas relacionadas às atividades de fluxo, que são aquelas que não geram valor [11] e [16], princípio denominado redução das parcelas de atividades que não agregam valor.

No “Lean Construction”, o princípio de racionalização das movimentações e estoques, fundamenta-se na busca precisa dos recursos para a execução de determinada etapa da construção e tem como método o chamado “Just in Time” e a utilização de ferramentas como o “kanban”. Esse termo baseia-se na ideia de que nenhum produto deve ser comprado, transportado ou até mesmo produzido sem que haja procura e demanda.

Em seguida, avaliou-se o Planejamento e Controle da Produção, área da gestão em que todas as empresas se consideraram aptas diante dos três pré-requisitos apresentados, sendo eles: processo de planejamento e controle de produção formalizado, plano de longo prazo transparente e fluxo geral de atividades definido. No geral, esta foi a área da gestão que obteve o resultado mais satisfatório da pesquisa, levando-se em consideração o atendimento dos pré-requisitos pelas quatro empresas estudadas e o alto grau de adesão das práticas e ferramentas apresentadas, as quais, principalmente nas empresas B, C e D, demonstram grande aceitação.

O que se vê, conforme os resultados obtidos, confirma a análise feita de que as empresas passaram a investir na maior transparência dos processos em busca de facilitar a identificação de falhas e de obter mais clareza sobre o fluxo de produção [12]. Essa clareza permite que as devidas correções sejam feitas no momento adequado e que melhorias sejam desenvolvidas e constantemente aperfeiçoadas.

Por último, analisou-se a Gestão de Projetos, cujas práticas não foram assinaladas pela empresa A em nenhum dos critérios apresentados. Apesar disso, as empresas B, C e D afirmaram fazer uso de todas as ferramentas e práticas que constavam na pesquisa, exceto a utilização do “Building Information Modelling” (BIM) pela empresa D para a compatibilização de projetos.

A definição enxuta de projeto, compreende o envolvimento de representantes de todas as etapas de ciclo do projeto, para que haja o alinhamento de valores e critérios antes mesmo do início da produção [17]. Notou-se, com as respostas obtidas dos critérios 1, 2 e 4, que o gerenciamento dos empreendimentos nas empresas B, C e D já possuem um sistema de comunicação mais direto entre projetistas e as equipes

de execução, além de ferramentas que as possibilitam validar e compatibilizar os projetos antes de sua iniciação.

A identificação do valor requerido pelo cliente, abordado pelo critério de número 3, também faz referência aos princípios “Lean” de produção e já é uma prática observada nessas três organizações. As filosofias convencionais de produção tendem a diminuir o papel do cliente, visto que eles não são identificados em muitos dos processos [11]. Essas melhorias, em conformidade com os requisitos do cliente, são buscadas também por avaliações pós-ocupação e, segundo os entrevistados, já são também realidade dentro destas empresas.

Percebeu-se que a empresa com menor desempenho na pesquisa foi a empresa A, por se ausentar da aplicação em duas das quatro áreas de gestão analisadas. Ainda assim, destacou-se o fato de a empresa - de pequeno porte e fundada em 2019 - já ter critérios de Gestão da Qualidade e Planejamento e Controle da Produção muito bem definidos, permitindo-se a interpretação de que a empresa em questão já nasceu com a filosofia “Lean” incorporada à sua cultura.

3. Conclusão

Notam-se dificuldades em disseminar a filosofia àquelas equipes que já vinham sendo geridas através de práticas convencionais de gestão, mas percebe-se que barreiras para a inovação e para o uso de ferramentas mais assertivas e consolidadas em outros setores industriais não mais existem para aquelas organizações cuja mentalidade enxuta já faz parte de sua cultura. O “Lean” mostrou-se eficiente nas questões que mais envolvem críticas à indústria da construção, que são: o desperdício exacerbado, prazos que fogem ao cronograma, processos sem transparência, falhas de comunicação e qualidade abaixo do esperado pelos clientes finais. Todavia, a ferramenta desenvolvida para a pesquisa, não abordou fatos comprobatórios e nem mesmo fontes de evidências que pudessem conduzir o entrevistado ao seu preenchimento, tornando-a carente de uma abordagem mais aprofundada e de caráter qualitativo, onde fosse possível mensurar os ganhos obtidos, suas causas e efeitos. Para muitas referências, o BIM antecipa os processos decisórios da produção para o projeto virtual, sendo uma ferramenta de análise de alternativas de design, incluindo também as alternativas gerenciais da produção, tudo isso antes da construção real. E diante disso, como consolidar o BIM sem uma filosofia de inovação para a produção da obra? Os princípios do “Lean” de produção podem ser um começo para isso.

Referências

- [1] C. T. Formoso, A. L. R. Abitante, L. R. F. Brush, "Desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade e produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte," in *II Seminário qualidade na construção civil – gestão e tecnologia*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, BR, 1993, pp. 53-95.

- [2] C. Limmer, *Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras*. Livros Técnicos Científicos [LTC], 1997.
- [3] O. J. Oliveira, "Sistemas de qualidade na indústria da construção civil," *Revista Pensamento e Realidade*, vol. 8, pp. 27-47, 2001.
- [4] L. S. Scardoelli, "Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e da produtividade desenvolvidas por empresas de construção e edificações," Dissertação de Pós Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, BR, 1995.
- [5] O. F. O. Balarine, "Determinação do impacto de fatores socioeconômicos na formação do estoque habitacional em Porto Alegre," Tese de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, BR, 1995.
- [6] F. A. Picchi, V. Agopyan, "Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios," Tese de Doutorado em Engenharia Civil, São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, BR, 1993.
- [7] G. Ballard, L. Koskela, "On the agenda of design management research," in *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Curitiba, Paraná, BR, 2002, pp. 1-8.
- [8] A. P. S. Santos, J. P. Barros Neto, "Estudo exploratório da prática do desenvolvimento de estratégias em empresas de construção civil," in *6ª Conferência Anual do Grupo Internacional de Construção Enxuta*, Guarujá, São Paulo, BR, 1998, pp. 1-13.
- [9] J. P. Barros Neto, "Proposta de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional," Tese de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, BR, 1999.
- [10] C. T. Formoso, J. P. Barros Neto, J. E. Fensterseifer, "Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações," *Revista de Administração Contemporânea*, vol. 7, pp. 65-87, 2003. doi: 10.1590/S1415-65552003000100004.
- [11] L. Koskela, 1992, Application of the new production philosophy to construction, CIFE Technical Report, acesso em 10 de abril, 2020, <https://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>.
- [12] P.C. Arantes, "Lean construction: filosofia e metodologias," Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Porto, Universidade do Porto, Porto, PT, 2008.

- [13] M. S. Nogueira, T. A. Saurin, " Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico," *Revista Produção*, vol. 8, pp. 2-28, 2008. doi: 10.14488/1676-1901.v8i2.115.
- [14] C. Camargo Filho, "LCAT: Ferramenta de avaliação da Implementação da construção enxuta," Dissertação de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Goiás, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, BR, 2017.
- [15] I. A. Lorenzon, R. A. M. Martins, "Discussão sobre a medição de desempenho na Lean Construction," in *Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru, São Paulo, BR, 2006, pp. 13.
- [16] C. T. Formoso, 2000, Lean construction: princípios básicos e exemplos, Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, acesso em 18 de maio, 2020, <https://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>.
- [17] L. Koskela, G. Ballard, G. Howell, I. Tommelein, , 2002, The foundations of lean construction. Design and construction: building in value, Butterworth Heinemann, acesso em 18 de maio, 2020, <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Koskela-et-al.-The-foundations-of-lean-construction.pdf>. doi: 10.4324/9780080491080.