

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS TRINDADE  
ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MARIANA MEIRELES ALVES**

**IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO LEAN CONSTRUCTION NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE: UM ESTUDO DE CASO EM OBRA  
RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO EM GOIÂNIA**

**TRINDADE  
2022**

**MARIANA MEIRELES ALVES**

**IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO LEAN CONSTRUCTION NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE: UM ESTUDO DE CASO EM OBRA  
RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO EM GOIÂNIA**

Trabalho apresentado à disciplina  
trabalho de conclusão do curso de  
engenharia civil para obtenção de nota  
parcial.

Orientador(a): Ítalo Bruno  
Baleeiro Guimarães

**TRINDADE  
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

AA742      Alves, Mariana  
            IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO LEAN CONSTRUCTION NO  
            PLANEJAMENTO E CONTROLE: UM ESTUDO DE CASO EM OBRA  
            RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO EM GOIÂNIA / Mariana  
            Alves; orientador Italo Guimarães. -- Trindade,  
            2022.  
            39 p.

            TCC (Graduação em Engenharia Civil) -- Instituto  
            Federal Goiano, Campus Trindade, 2022.

            1. Construção enxuta. 2. Controle de obra. 3.  
            Planejamento. I. Guimarães, Italo, orient. II.  
            Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Mariana Meireles Alves

Matrícula: 2018108200840407

Título do Trabalho: Implantação das práticas do *Lean Construction* no planejamento e controle: um estado de caso em obra residencial de alto padrão em Goiânia.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 30/01/2023

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Trindade, GO, 30/01/2023.

Mariana Meireles Alves

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo: sim



Assinatura do(a) orientador(a)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS TRINDADE



### ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 14 dias do mês de dezembro de 2022, às 21 horas e 00 minutos, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Ítalo Bruno Baleeiro Guimarães e composta pelos avaliadores:

1. Bruna Andrade Ferreira e
2. Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

O aluno **Mariana Meireles Alves** apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DE LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO E CONTROLE EM OBRA RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO EM GOIÂNIA**, como requisito curricular indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal Goiano Campus Trindade.

A Banca Examinadora deliberou e decidiu pela **APROVAÇÃO (APROVAÇÃO/REPROVAÇÃO)** do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.

Trindade-GO, 14 de Dezembro de 2022.

  
Ítalo Bruno Baleeiro Guimarães

  
Bruna Andrade Ferreira

  
Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

  
Mariana Meireles Alves

Ao professor Ítalo que me auxiliou durante todo o processo de desenvolvimento do presente projeto. À professora Bruna Andrade, pela orientação de toda a documentação e estruturação do estudo. Aos meus pais, pelo apoio em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica e todas as abdições pelas quais tive que passar para chegar até aqui. Este trabalho é dedicado a vocês.

## RESUMO

No intuito de guiar as empresas a diminuïrem os desperdícios, de materiais, tempo e dinheiro, e aumentar sua produtividade surgiu a filosofia da *Lean Construction* (construção enxuta). Sobretudo, as maiores motivações que levam à implementação das práticas *Lean* nas construtoras são o aumento do grau de competitividade entre as empresas, das exigências do mercado e a diminuição de custos. Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a aplicação da metodologia *Lean Construction* no planejamento e produção de uma obra residencial de alto padrão em Goiânia, com foco no planejamento e controle das etapas de concretagem e alvenaria. O projeto prevê uma edificação de 34 pavimentos, três apartamentos por andar contando com 4 suïtes cada, e, um conceito de casa jardim. A obra está localizada em frente a praça T23 no St. Marista, Goiânia, Goiás. A implementação efetiva das práticas *Lean* foi composta de quatro etapas: análise inicial da obra, elaboração de plano de ação *Lean*, execução do plano de ação *Lean* e coleta e análise dos dados após a aplicação das práticas *Lean*. Em cada etapa, foram realizadas reuniões para coleta de dados periódica e foi feito um acompanhamento e registro pela autora. Detectou-se que para a aplicação ampla dos conceitos da filosofia *Lean* na construção civil, a obra precisa ter um planejamento conciso dos serviços e do canteiro, também ter um controle eficiente dos serviços executados em obra. É a partir dessas práticas que se pode ter eficácia na aplicação das ferramentas *Lean*, sendo observado nas melhorias na produtividade e redução de gastos.

**Palavras-chave:** Construção enxuta. Controle de obra. Planejamento.

## RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

In order to guide companies to reduce waste of materials, time and money, and increase their productivity, the Lean Construction philosophy emerged. Above all, the biggest motivations that lead to the implementation of Lean practices in construction companies are the increase in the degree of competitiveness between companies, market demands and cost reduction. This work presents a case study on the application of the Lean Construction methodology in the planning and production of a high-end residential project in Goiânia, focusing on the planning and control of the concreting and masonry stages. The project foresees a building with 34 floors, 3 apartments per floor with 4 suites each, and a garden house concept. The work is located in front of T23 square in St. Marista, Goiânia, Goiás. The effective implementation of Lean practices consisted of four stages: initial analysis of the work, preparation of the Lean action plan, execution of the Lean action plan and data collection and analysis after the application of Lean practices. At each stage, meetings were held for periodic data collection and follow-up and recording were carried out by the author. It was found that for the wide application of Lean philosophy concepts in civil construction, the work needs to have a stabilized planning of the services and the construction site, also to have an efficient control of the services performed in the work. It is from these practices that one can be effective in the application of Lean tools, being observed in the improvements in productivity and cost reduction, however, there are also some points that will be discussed throughout this study, which can be improved in the application of the method.

**Palavras-chave estrangeira:** Lean Construction. Work control. Planning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

Figura 1: Linha de balanço da obra

Figura 2: Planta Subsolo 2

Figura 3: Planta Subsolo 1 – Obra em questão

Figura 4: Planta Térreo – Obra em questão

Figura 5: Planta Garagem – Obra em questão

Figura 6: Planta Lazer – Obra em questão

Figura 7: Planta Tipo 1 – Obra em questão

Figura 8: Planta Tipo 2 – Obra em questão

Figura 9: Reciclagem dos treinamentos das equipes de produção

Figura 10: Treinamento dos estagiários de engenharia civil.

Figura 11: Planilha de planejamento semanal

Figura 12: PPS e PPC referente ao mês de setembro

Figura 13: PPS e PPC referente ao mês de outubro

Figura 14: Representação das 12 lajes concretadas

Figura 15: Visualização da torre

### **Gráficos**

Gráfico 1: Quantidade de lajes concretadas por mês

### **Quadros**

Quadro 1: Corpo administrativo da obra

## Sumário

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>INTRODUÇÃO</b>                                       | <b>10</b> |
| <b>2.</b>  | <b>OBJETIVO GERAL</b>                                   | <b>12</b> |
| <b>3.</b>  | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>                            | <b>12</b> |
| <b>4.</b>  | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>                            | <b>12</b> |
| <b>4.1</b> | <b>LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUÇÃO ENXUTA)</b>            | <b>12</b> |
| <b>4.2</b> | <b>LINHA DE BALANÇO</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>4.3</b> | <b>INDICADOR PPS (PLANO DE PRODUÇÃO SEMANAL)</b>        | <b>15</b> |
| <b>4.4</b> | <b>INDICADOR PPC (PERCENTUAL DE PLANOS CONSTRUÍDOS)</b> | <b>16</b> |
| <b>4.5</b> | <b>PROJEÇÃO DE CUSTO</b>                                | <b>16</b> |
| <b>5</b>   | <b>METODOLOGIA</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>6</b>   | <b>DIAGNÓSTICO</b>                                      | <b>23</b> |
| <b>7</b>   | <b>PLANOS DE AÇÃO</b>                                   | <b>24</b> |
| <b>8</b>   | <b>APLICAÇÃO DO PLANO LEAN</b>                          | <b>26</b> |
| <b>9</b>   | <b>CONTROLE E ANÁLISE DOS DADOS</b>                     | <b>28</b> |
| <b>10</b>  | <b>CONCLUSÃO</b>  | <b>29</b> |
| <b>11</b>  | <b>SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</b>                 | <b>30</b> |
| <b>12</b>  | <b>REFERÊNCIAS</b>                                      | <b>30</b> |

### **1. INTRODUÇÃO**

A indústria da construção é uma parte importante da economia brasileira e representa uma parte significativa do produto interno bruto do Brasil. De acordo com o

presidente do SindusCon-GO (Sindicato da Construção de Goiás), analisando o cenário de 2021, com um crescimento acima de 10%, projeta-se uma alta de 6% até o final de 2022.

Segundo a Secretaria de Política Econômica do Ministério da Economia (SPE/ME), a projeção do crescimento do PIB brasileiro em 2022 é de 2,7%, e a estimativa para o último trimestre do ano é de 3,4% em relação ao mesmo trimestre do ano passado. Isto mostra que o mercado brasileiro tem crescido rapidamente no último ano. Esse cenário de crescimento fez o mercado de construção civil mudar e se tornar cada vez mais competitivo, com as construtoras buscando novas formas de inovação para se manterem competitivas. Uma ideia interessante seria tornar as obras mais eficientes quanto aos custos e ao tempo e assim, melhorar os serviços prestados e conquistar novos nichos do mercado com clientes mais inovadores e mais exigentes.

Alguns dos principais problemas encontrados na construção civil do Brasil são: desperdício de materiais e geração de resíduos, e, isso fica bem claro quando são encontradas falhas no planejamento da obra. Pinto (1995) afirma que as perdas podem estar relacionadas tanto ao processo de produção, quanto ao processo que antecede à execução, sendo eles: planejamento, fabricação dos materiais, projetos, suprimentos e etc. A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon) traz que, em 2019 foram produzidos cerca de 290,5 toneladas de resíduos. Um número extremamente alto, que com o devido planejamento, poderia ser exponencialmente menor. Desta forma, este trabalho traz uma questão principal: Qual a relação da filosofia do Lean Construction com os custos e produtividade das obras de alto padrão em Goiânia/GO? Ao longo do estudo, essa questão será respondida.

A definição de *Lean Construction* consiste em: "nova filosofia de gestão de produção, originada do Sistema Toyota de Produção – TPS e adaptada para a construção civil" (Koskela, 1992, p. 5). Baseado no Método *Lean Manufacturing*, que teve como objetivo aumentar os níveis de eficiência na produção em outras áreas. O método *Lean Construction* é o método *Lean Manufacturing* aplicado em um canteiro de obras, possibilitando a identificação de atividades que podem causar a interrupção no fluxo de trabalho. Essas atividades causam desperdício e retrabalho e, portanto, devem ser minimizadas. A gestão de projetos na indústria da construção com base no sistema Lean é diferente do convencional, uma vez que o resultado é um conjunto de objetivos claramente definidos para o processo de entrega, aumento de desempenho do projeto,

concepção simultânea de produtos e procedimentos e controle de produção durante a vida útil do projeto.

A filosofia *Lean Construction* controla os processos de construção e separa as atividades que agregam valor ao produto final e as que não agregam, para que estes últimos processos se tornem visíveis e possam ser minimizados ou eliminados (ISATTO, 2000). O sistema enxuto é baseado no binômio TQC/JIT (*Total Quality Control/Just in time* – na hora certa), o qual é aplicado para sincronizar melhor os fluxos de materiais para que não haja interferência direta da variabilidade da demanda (KOSKELA, 1992).

## **2. OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um estudo de caso sobre a implementação do método de planejamento e controle de obras *Lean Construction*, em uma obra residencial de alto padrão em Goiânia/GO.

## **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar e descrever uma análise inicial da obra antes da implementação do método *Lean Construction*.
- Demonstrar o processo de elaboração do plano de ação para implementação do método *Lean Construction*.
- Gerir e descrever a execução do plano de ação da etapa de estrutura e alvenaria da obra.
- Apresentar análise do impacto da implantação do método *Lean Construction* na produtividade da obra.
- Apresentar análise crítica do processo de implementação do método *Lean Construction*.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUÇÃO ENXUTA)**

Após a segunda guerra mundial e devido à crise no ramo automobilístico, surge uma metodologia específica em prejuízo e desperdício, a qual foi utilizada inicialmente

no Japão, desenvolvida pela Toyota, a produção enxuta. (DENNIS, 2008). Este método produtivo que a princípio foi utilizado em indústrias automobilísticas de grande porte, aos poucos passou a ser adotado por diversas empresas de variados setores, devido a sua eficácia dos resultados obtidos (CARMO, 2014).

As primeiras publicações sobre o sistema do *Lean Construction* vieram na década de 1990 até o início dos anos 2000. Nesses estudos, muito se fala sobre o conceito de produção enxuta. Em 1992, o professor finlandês Lauri Koskela publicou o relatório nº 72 do Centro Integrado de Engenharia da Universidade de Stanford, denominado de Aplicação da Nova Filosofia da Produção para a Construção (LIMA *et al.* 2017). Lauri Koskela trouxe esses princípios do *Lean* para a implantação em construtoras e após, criou o que se chama de nova filosofia de gestão para construção. Os engenheiros Gregory Howell e Glenn Ballard, promoveram uma reunião sobre *Lean Construction* na Finlândia, em 1993. E a partir de 1994, foi criado um grupo mundial de pesquisadores sobre *Lean Construction* denominando de IGLC (*Internacional Group for Lean Construction*), coordenado por Howell e Ballard, que promove reuniões anuais com o intuito de discutir melhorias no sistema de produção enxuta.

No Brasil, o Sistema do *Lean Construction* chegou em 1996. Com o auxílio de diversos pesquisadores da área de planejamento de gestão da produção. O setor da construção civil adotou o novo método com o objetivo de melhorar a produção no canteiro de obras e a qualidade das edificações.

Os métodos produtivos que levam o termo *Lean* (enxuto) no nome, surgiram com o foco em contestar a eficiência de metodologias produtivas anteriores, buscando a identificação de desperdícios não percebidos a um olhar desatento. Entre os seus princípios estão a redução de atividades que não agregam valor, aumento dos valores conforme a necessidade dos clientes, redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificar a redução do número de passos, aumento da flexibilidade de saída, aumento na transparência dos processos e outros (KOSKELA, 1992). Após a Segunda Guerra Mundial e devido à crise no ramo automobilístico, surge uma metodologia específica em prejuízo e desperdício, a qual foi utilizada em determinados países, a produção enxuta (*Lean Production*). Como foi um pensamento que supre as demandas de diversos setores, a construção civil adotou o novo método para sua melhoria produtiva e qualificada, o *Lean Constuction*. A princípio utilizada em indústrias automobilísticas de grande porte,

mas em pouco tempo passou a ser adotado por todos os tipos de empresas devido a sua eficácia (CARMO, 2014).

Entre os seus princípios estão a redução de atividades que não agregam valor, aumento dos valores conforme a necessidade dos clientes, redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificar a redução do número de passos, aumento da flexibilidade de saída, aumento na transparência dos processos e outros (RIFTEL, TRENTINI, 2020).

## 4.2 LINHA DE BALANÇO

No Brasil, existem referências do uso dessa ferramenta desde 1981 (MACEDO, 1981), porém, o uso mais frequente veio a partir da década de 1990 (HEINECK; PEIXE, 1990; LOSSO; ARAUJO, 1995; HEINECK, 1996). Linha de Balanço é uma técnica de planejamento e controle de prazo, que tem como princípio organizar e planejar os locais da obra no tempo, favorecendo as obras que têm padrões de repetição de serviços, com uma taxa constante de produção por unidade de tempo (SARRAJ, 1990). É amplamente utilizada na construção civil, principalmente em projetos que possuem padrão de repetição, como prédios ou loteamentos.

Como citado acima, a técnica foi utilizada na década de 1980, inicialmente, sendo assim, uma técnica anterior ao *Lean Construction*, a mesma engloba alguns de seus princípios de construção enxuta e padronizada. O balanceamento em linhas consiste em um planejamento em que os locais da obra, por exemplo pavimentos, lotes, casas, trechos, são dispostos no eixo y, enquanto o calendário segue o eixo x. As atividades ou serviços que serão realizados estão na junção dos dois, formando um gráfico com diversas retas (Figura 1). Além das linhas, o planejamento pode ser visualizado também em um conjunto de blocos, em que a espessura equivale à duração da atividade.



Figura 1: Linha de balanço da obra. (Fonte: Própria autoria)

Um dos maiores benefícios da Linha de Balanço é permitir a visualização do fluxo de trabalho do projeto, facilitando o planejamento da continuidade das atividades. É possível então, entender como está o aproveitamento das equipes e os ritmos de produção.

A Linha de Balanço permite que se tenha uma visão ampla e simples do que está sendo realizado, qual o prazo de execução correto e o que ainda precisa ser feito. Assim como o *Lean Construction*, é capaz de entregar informações que podem ser usadas para melhorar a produtividade e qualidade dos serviços da obra (ALVES, 1996); (COELHO, 1996); (VARGAS, 1996).

#### 4.3 INDICADOR PPS (PLANO DE PRODUÇÃO SEMANAL)

A programação semanal da obra é a mais detalhada, pois representa uma sequência de atividades a serem realizadas, com base na seleção e organização do trabalho que o gestor da obra define como ideal para a realidade atual do andamento do empreendimento.

De acordo com Nascimento (2009), o planejamento semanal é no nível operacional da execução da obra, conhecida também como *Commitment Planning* (planejamento de comprometimento). É neste momento que se discutem as atividades semanais, analisando o aproveitamento ou os aspectos negativos.

O plano de produção semanal é imprescindível para o sucesso da obra com os prazos, e dele, se retiram duas avaliações importantes: o percentual de planos concluídos (PPC) e as causas de atraso ou adiantamento das tarefas programadas (MATTOS, 2010), que no *Lean*, impacta diretamente em previsão de tempo e custos realizados com base no

que a obra consegue de fato executar semanalmente, assim, conseguindo programar entrega de materiais e mão de obra para que não haja lotação ou perdas desnecessárias.

#### **4.4 INDICADOR PPC (PERCENTUAL DE PLANOS CONSTRUÍDOS)**

O percentual da programação concluído (PPC) é a relação entre as atividades que foram, de fato, concluídas no período do planejamento de curto prazo e o total de atividades planejadas para este período. Este indicador mostra a eficácia do planejamento de curto prazo e o seu grau de precisão.

O PPC é considerado um dos principais indicadores de desempenho na construção civil, o qual avalia o cumprimento de metas de curto prazo, monitora e ajusta expectativas e planejamentos futuros.

Quando a programação de curto prazo condiz com o planejamento de longo prazo e, conseqüentemente, do médio prazo também, os valores do PPC quando muito baixos, indicam quedas na produtividade, talvez por grande incidência de imprevistos ou confiança excessiva no desempenho da equipe à frente do serviço. Valores altos de PPC podem representar uma tranquilidade excessiva das equipes na execução das tarefas, tarefas com durações mais longas do que deveriam ter ou uma programação fácil de cumprir (MATTOS, 2010).

Segundo Akkari (2000), a variabilidade do PPC pode ser minimizada pelo efeito das ações corretivas traçadas, através da análise das restrições que causam interferências na produção.

#### **4.5 PROJEÇÃO DE CUSTO**

Projeção de custos é considerada a previsão do que será gasto com determinadas despesas em um período futuro, com base nos dados atuais, a depender da logística e situação da obra, bem como das estratégias construtivas fixadas em projeto. Portanto, é importante considerar fatores pontuais, evitando o aumento de custos.

## 5 METODOLOGIA

O propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas sobre um fenômeno (PATTON, 2002), dessa forma, o presente trabalho pode ser classificado como um estudo de caso. Este trabalho buscou acompanhar, por meio de análise de dados e observação focal, a implementação do método *Lean Construction* em uma obra de uma edificação residencial multifamiliar de alto padrão na cidade de Goiânia-GO. A implementação consistiu em quatro etapas: análise inicial da obra, desenvolvimento do plano de ação *Lean Construction*, implementação do plano de ação e coleta e análise de dados sobre os impactos da implementação das práticas do método *Lean Construction*.

A autora deste trabalho foi estagiária da empresa por seis meses, e após, foi efetivada como assistente de engenharia e, um ano e dois meses depois, foi transferida como analista de planejamento e produção, encarregada da obra que foi escolhida para o estudo de caso. O cargo como responsável do planejamento e acompanhamento da obra seguindo as práticas *Lean Construction*, viabilizou o acompanhamento constante e registro detalhado do caso estudado. Sendo que o estudo e a publicação do mesmo foram autorizados pela empresa.

A Opus, empresa em estudo, é uma incorporadora especializada em apartamentos de alto padrão. Seus produtos são sempre assinados pelo nome da própria construtora, reforçando seu posicionamento. Atuando desde setembro de 2006, a Opus se consolidou como referência no mercado pela qualidade construtiva das suas obras, localização, design autoral, inovação e entregas sempre dentro do prazo. É uma empresa reconhecida com alguns dos prêmios mais importantes do país. Recentemente foi reconhecida com o 1º lugar no *Great Place to Work* e tem 4 títulos consecutivos no prêmio Consumidor Moderno, que é a premiação mais importante do Brasil no setor de atendimento ao cliente.

A obra escolhida para realização deste estudo foi o Deck 23 by Opus, é um lançamento em Goiânia que oferece a sensação de viver em uma casa com jardim ao mesmo tempo em que se tem o privilégio de morar em um condomínio de luxo. O empreendimento inovador promete agradar aos padrões mais elevados com sua arquitetura refinada e design que se destaca no Setor Bueno. O residencial proporciona que seus moradores tenham acesso ao melhor que a infraestrutura da região oferece. Além disso, pela proximidade com a praça, é possível praticar esportes ao ar livre e em contato próximo com a natureza. O Deck 23 by Opus será um residencial composto por apartamentos tipo e coberturas no estilo penthouse com piscina, cujas metragens variam

de 204 m<sup>2</sup> até 374 m<sup>2</sup> e apresentam quatro suítes, com possibilidade de personalização da planta. O condomínio oferecerá lazer completo, estacionamento, ambientes com design assinado pelo renomado arquiteto Leo Romano e circuito de segurança reforçado.



Figura 3: Planta Subsolo 2 – Obra estudada. (fonte: Site da Empresa).



Figura 4: Planta Subsolo 1 – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).



Figura 5: Planta Térreo – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).



Figura 6: Planta Garagem – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).



Figura 7: Planta Lazer – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).



Figura 8: Planta Tipo 1 – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).



Figura 9: Planta Tipo 2 – Obra em questão. (fonte: Site da Empresa).

A administração da obra é composta por:

| Cargo                               | Quantidade |
|-------------------------------------|------------|
| Engenheiro residente                | 1          |
| Analista de planejamento e produção | 1          |
| Administrativo                      | 1          |
| Mestre de obras                     | 1          |
| Assistentes de engenharia           | 2          |
| Estagiários                         | 2          |
| Encarregado                         | 1          |
| Técnico de Segurança                | 1          |
| Estagiário de segurança do trabalho | 1          |

Quadro 1: Corpo administrativo da obra. (Fonte: própria autoria)

A obra foi iniciada em junho de 2021 e tem previsão de entrega para junho de 2024, totalizando um prazo de 156 semanas. Esse estudo acompanhou um recorte da obra a partir do mês de junho de 2022 até o mês de outubro de 2022 (quatro meses), que compreendeu os serviços da fase de estrutura e alvenaria, sendo concretagem das peças estruturais, marcação e elevação da alvenaria, chapisco e reboco.

Na etapa de análise inicial da obra, a partir de observações e conversas do dia a dia, foram coletadas informações para que o estudo começasse, essa observação foi realizada pela autora deste trabalho. Já na etapa de desenvolvimento do plano *Lean*, os problemas percebidos na etapa de análise inicial foram colocados em pauta em reuniões com a gestora e com o gerente de obras, para que se desenvolvesse um plano de ação que minimizasse os obstáculos. Na etapa de implantação dos planos de ação, foi realizado um estudo em cima dos problemas, por meio de anotações e reuniões, nas quais se apontava o desempenho da equipe e o que poderia ser melhorado, e, de fato, implantadas as soluções cabíveis.

## 6 DIAGNÓSTICO

Nesta etapa o objetivo é visualizar possíveis áreas de melhoria na movimentação de pessoas e materiais no canteiro de obras e descobrir quais fases correspondentes à movimentação e espera poderiam ser minimizadas. Na fase da alvenaria, por exemplo, foi possível notar muitas melhorias que poderiam ser aplicadas no abastecimento de materiais e remanejamento da equipe.

A fase de diagnóstico foi feita com coleta de dados através de observações do dia a dia e conversas informais com a equipe de produção, tudo com o auxílio da equipe de qualidade da empresa.

Como a autora foi promovida para ser analista de planejamento e produção, ficou observando e registrando o estágio da obra, os problemas encontrados na execução dos serviços, o planejamento da chegada dos materiais e o *layout* do canteiro da obra e registrando ao longo de uma semana.

Após o período de observação, foi feito um relatório diagnóstico da situação da obra, passado em uma reunião para a engenheira e ao gerente de obras, resumindo informações e dificuldades encontradas.

Após o diagnóstico foi realizada uma reunião com o gerente de obras, a equipe de qualidade, a equipe de planejamento e controle, a engenheira de obra, a analista de

planejamento e produção (autora deste trabalho) e o mestre de obras com o objetivo de montar um plano de ação que englobasse a implementação efetiva da filosofia *Lean* na obra. Foi discutido sobre os pontos positivos e os pontos de atenção da obra.

## **7 PLANOS DE AÇÃO**

Os planos de ação foram elaborados pela autora deste trabalho, juntamente com a engenheira da obra e o mestre de obra, e foi aprovado posteriormente pela equipe de qualidade, a equipe de planejamento e controle e o gerente da obra.

Os planos de ação focaram em quatro pontos importantes, que foram a qualidade, abastecimento, logística de obra e produtividade.

Na qualidade da execução dos serviços, foi proposto uma reciclagem dos treinamentos das equipes, sendo tanto produção quanto administração, explicando como se confere um serviço e como receber um serviço (Figura 10 e 11). Quando os funcionários entram na obra, passam por um treinamento de qualidade, porém, foi determinado um prazo de 3 meses para o “vencimento” do treinamento de processos e qualidade da empresa, no que se refere a limpeza da área de trabalho e mantra da empresa. E, também, foram implantados os treinamentos para cada frente de serviço, no mínimo dois dias antes da atividade ser iniciada. Foi implantada a reunião diária para a parte administrativa da obra e as reuniões semanais para que a equipe de produção informe seus problemas e que esses possam ser resolvidos com o auxílio de todos da administração da obra.

Com essas reuniões e treinamentos implantados, foi perceptível a melhoria por parte da equipe em abraçar os processos da empresa, realizando a limpeza das frentes de serviço ao final de todos os dias, para que no outro dia, o serviço comece de forma organizada e limpa.



Figura 10: Reciclagem dos treinamentos das equipes de produção. (Fonte: Própria autoria)



Figura 11: Treinamento dos estagiários de engenharia civil. (Fonte: Própria autoria)

O abastecimento estava diretamente relacionado com o estudo do *layout* do canteiro da obra e com programação de fornecimento de materiais, a administrativa junto com o almoxarife e com a analista de planejamento e produção montaram uma planilha para organizar a programação semanal do recebimento dos materiais de acordo com o planejamento semanal, isso foi feito para que não faltasse materiais na obra e que não chegasse em excesso.

Quanto à logística da obra, foi realizado um estudo sobre o layout do canteiro de obras para determinar quais mudanças seriam feitas para facilitar o fluxo interno de materiais e pessoas, com o objetivo de aumentar a transparência do estoque e facilitaria a chegada dos materiais. Anteriormente, esse layout era disposto com todos os materiais sendo estocados no subsolo 1, mas com o atraso na realização da periferia, notou-se que o espaço estava muito reduzido para abrigar todo o material que seria necessário para a realização das atividades. Dessa forma, foi adotado o sistema de deixar materiais em outros pavimentos também, a fim de criar um estoque maior. O cimento e a cal foram estocados num espaço ao lado da obra, onde a antiga engenharia ficava; a brita foi estocada no térreo e os tijolos no mezanino 2; além de espalhar um estoque diário pré-

determinado para que as atividades do dia rodassem sem necessitarem de abastecimento durante o dia, deixando o mesmo para ser realizado após às 16h.

Isso impactou diretamente no fluxo das atividades, pois as mesmas diminuíram a paralisação por falta de material, o que aumentou a produtividade no canteiro de obras.

Para impulsionar a produtividade da obra, propôs-se a criação de um planejamento semanal para a obra, abrangendo os serviços em execução para que pudesse fazer o acompanhamento dos indicadores PPS e PPC.

O planejamento semanal conjunto com o PPS e PPC facilitou para que os serviços ficassem mais visíveis. Sendo possível acompanhar o dia em que uma atividade precisa finalizar para a outra começar, conforme o previsto.

## 8 APLICAÇÃO DO PLANO LEAN

Durante os meses de setembro e outubro, colocaram-se em prática as ações previstas no plano de ação *Lean*. Primeiramente, desenvolveu-se o modelo de planilha de planejamento mensal, mostrada na Figura 12. Em seguida, padronizou-se a maneira de realizar o planejamento mensal na obra.

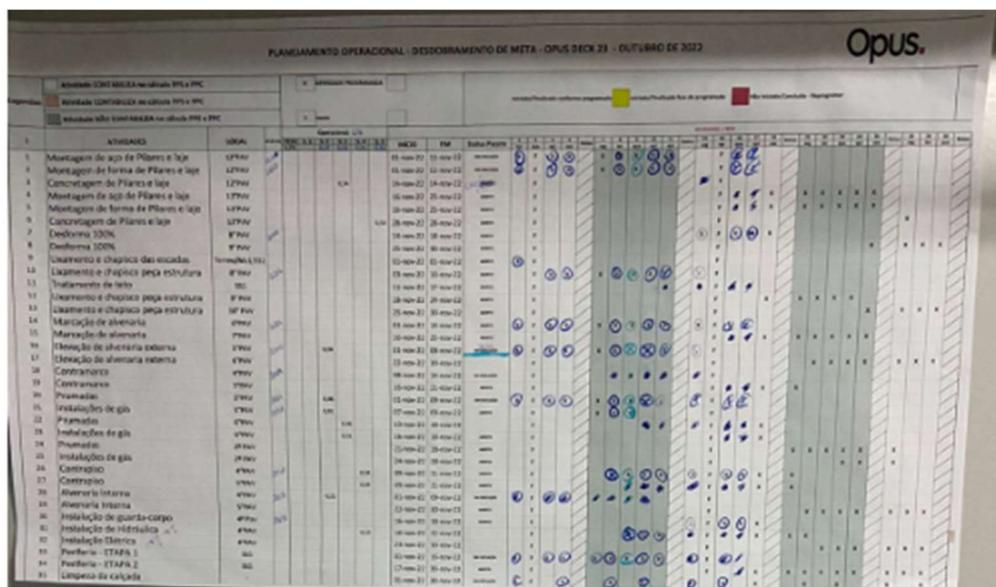


Figura 12: Planilha de planejamento semanal. (Fonte: Própria autoria)

Com o auxílio do mestre e dos encarregados a equipe administrativa da obra realiza o planejamento do mês seguinte sempre na última semana trabalhada do mês, inserindo as tarefas a serem executadas, juntamente com as datas previstas para início e conclusão das mesmas. Também realiza um cronograma de datas de concretagem do mês,

que é passado para a concreteira e para as equipes de produção, garantindo a antecedência necessária para garantir o cumprimento das datas por parte da concreteira e das equipes de obra.

Durante a semana, é feito o controle das tarefas programadas, anotando os dias trabalhados, os dias de conclusão das tarefas, quais tarefas não foram concluídas e os motivos para o descumprimento da programação. Na sexta-feira, afere-se o que foi anotado durante a semana e gera-se o PPC e PPC da obra (Figura 13 e 14). Também se discutem as causas para o descumprimento das tarefas e propõem-se ações corretivas para a semana seguinte, para que os erros não se repitam na próxima semana.

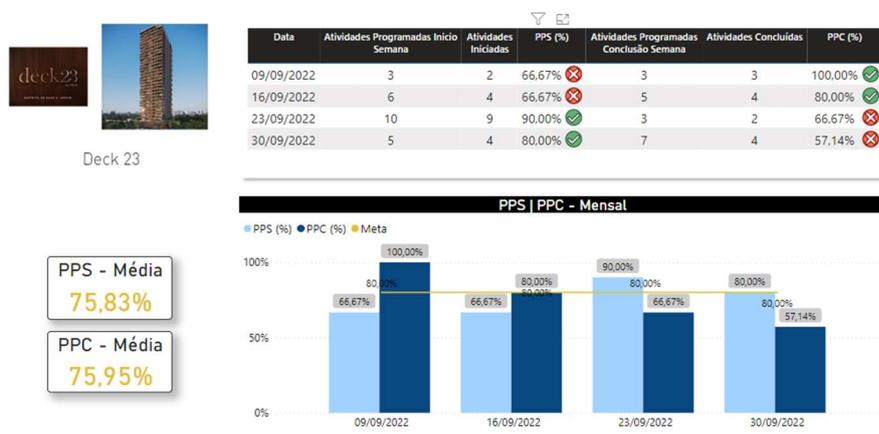


Figura 13: PPS e PPC referente ao mês de setembro. (Fonte: Própria autoria)

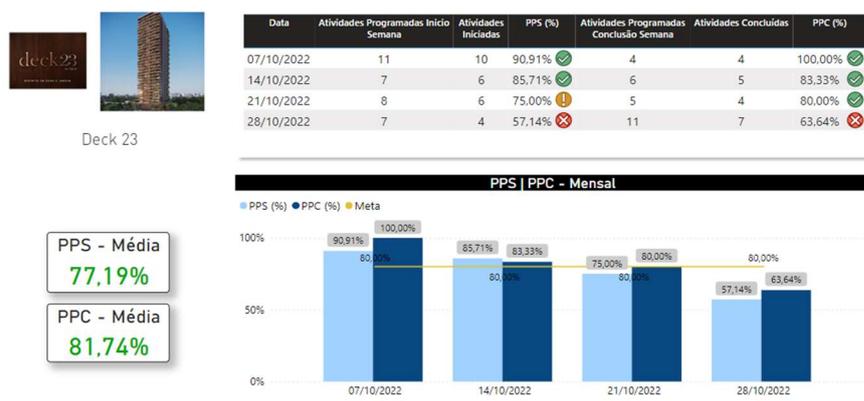


Figura 14: PPS e PPC referente ao mês de outubro. (Fonte: Própria autoria)

Com o planejamento mensal, se planejava semanalmente a quantidade de material necessária para suprir as frentes de serviço, sem que faltasse material na obra. Porém, para esse planejamento funcionar, foi necessário realizar o levantamento de quantitativos dos materiais e verificar o consumo para ver se não estava tendo

desperdício. O levantamento quantitativo foi a base para o planejamento de fornecimento de materiais.

## 9 CONTROLE E ANÁLISE DOS DADOS

O controle e análise dos dados apresentou um resultado da utilização efetiva da metodologia Lean no canteiro e na produtividade das equipes. Antes da aplicação efetiva do Lean, haviam sido concretadas na obra um total de sete lajes nos cinco meses anteriores, e nos dois meses de aplicação efetiva do Lean, foi possível concretar cinco lajes (Gráfico 1).

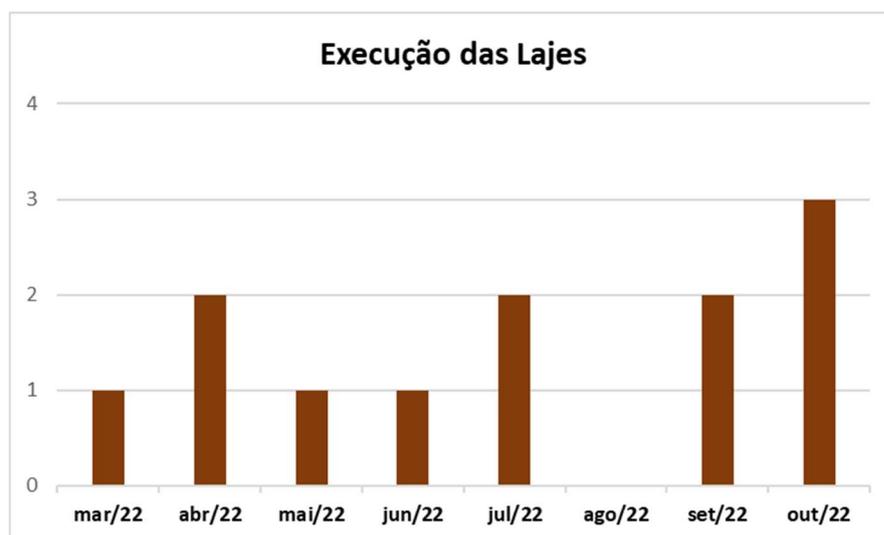


Gráfico 1: Quantidade de lajes concretadas por mês. (Fonte: Própria autoria)

Ao analisar a quantidade de lajes concretadas por mês, é possível perceber que a meta foi de 2,5 lajes por mês, fechando com as 12 lajes existentes hoje na obra (Figuras 15 e 16). Antes da aplicação efetiva do *Lean*, a obra havia concretado uma média de 1,4 lajes por mês.

Além disso, a falta de materiais para executar as atividades eram os problemas mais relevantes da obra, e deixaram de ser após o uso efetivo do *Lean*. O planejamento de fornecimento de materiais dos serviços foi uma meta proposta no plano de ação *Lean* que não foi posta em prática devido principalmente à inflexibilidade dos fornecedores para atender a obra em consonância com as metas de produção semanais.

## 10 CONCLUSÃO

O *Lean Construction* tem como objetivo de redução de desperdícios e aumento da produtividade. E o estudo de caso realizado apresentou na prática o impacto positivo da implementação deste método, quanto ao aprimoramento do planejamento e do controle da produção, e mostrou o potencial para garantir que a obra seja entregue dentro dos prazos, com qualidade e com os custos inicialmente planejados.

A aplicação da metodologia *Lean Construction* exige etapas preliminares, com foco em mudanças na cultura da empresa, mais especificamente na consolidação de um corpo técnico focado em um forte planejamento e controle de obras. O método *Lean* será bem implementado em um ambiente que já se encontra estruturado e organizado.

Nesse contexto, a implementação do método vai contribuir para aprimorar a organização dos processos e controle deles, que é fundamental para que as perdas sejam evitadas e haja controle rígido da produtividade.

Um exemplo, é o planejamento de fornecimento de materiais no canteiro, que só é possível quando o planejamento de execução dos serviços é feito de forma precisa, juntamente com o correto levantamento de quantitativos de materiais, além da colaboração do fornecedor. Dessa forma, os parceiros e fornecedores conseguem atender a obra no momento e da forma que a obra necessita.

A evolução dos indicadores PPS e PPC da obra mostrou que as ações foram eficazes para a redução dos desperdícios e perdas na obra, além de aumentar a produtividade das equipes. A aplicação da linha de balanço foi importante também para mapear quais frentes de serviço necessitavam de atenção para o bom andamento da obra, de forma a evitar a ociosidade das equipes de produção.

Os planos de ação trouxeram bons resultados, porém, se as reuniões semanais ocorressem realmente com toda a equipe administrativa, como previsto, os resultados poderiam ter sido melhores. A engenheira e a analista da obra estiveram presentes em todas as reuniões, mas o restante da equipe não, em decorrência de algumas emergências a serem resolvidas no canteiro de obras quando as reuniões estavam acontecendo. Portanto, ficou a cargo da autora do trabalho e engenheira da obra identificar os problemas e causas de descumprimento das metas e definir as metas semanais para as equipes de produção. A transparência das metas de obra foi um item que também poderia ter sido aprimorado ao longo da implementação do plano de ação.

Contudo, as atitudes tomadas na obra estudada atenderam a metodologia *Lean* de produção, em especial aos princípios de aumento da transparência dos processos, redução do tempo de ciclo e redução das parcelas de atividades que não agregam valor ao produto final.

## 11 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

O planejamento e controle de obras eficientes são essenciais para a implantação de quaisquer ações *Lean*. Deste modo, pesquisas futuras podem aplicar a metodologia *Lean* com sucesso em obras já controladas e organizadas, para assim se medir comparativamente a eficiência das ferramentas, e também identificar quais são as mais significativas para o sucesso da aplicação da metodologia *Lean* de produção.

Pesquisas futuras podem determinar a eficácia de ações da capacitação de equipes de obra, tanto administrativa quanto de produção, na produtividade das equipes, *layout* de canteiro de obras e controle de estoques, já que a continuidade das ações só é possível com a mudança na filosofia de produção das equipes.

## 12 REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; COELHO R. de Q.; LIMEIRA U. R. **Simulação da linha de balanço em edifício alto através do programa Time line utilizando dados de campo - Estudo de caso.** Florianópolis, 1996. Trabalho apresentado no Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, 64p. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos em canteiros de obras: Proposta baseada em estudos** de. 2000, 139p., Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil.

CA: Sage, 2002.

COELHO, R. de Q.; VARGAS, C. L. S.; HEINECK L. F. M. **Simulando a técnica da linha de balanço com recursos de programas de gerenciamento de projetos.** In: 16o Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... Piracicaba: Unimep, 1996.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras.** Porto Alegre, v. 15, p. 50- 58, 2002.

ISATTO, E. L. et alli. ***Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.*** 1ª Ed. Porto Alegre: Sebrae, 2000.

ISATTO, Eduardo L. et al. ***Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.*** Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KOSKELA, L. ***Application of the New Production Philosophy to Construction.*** Technical Report n.72. Center of Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

KOSKELA, Lauri et al. ***Application of the new production philosophy to construction.*** Stanford: Stanford university, 1992.

MENDES JR., R; VARGAS, C. L. S. ***Programação de Obras com a Técnica de Linha de Balanço.*** Curitiba, 1999. Apostila do Curso de Programação de Obras. Curso de Especialização de Engenharia Civil - Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.

OHNO, T. ***O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.*** Porto Alegre, Bookman, 1997.

OINI, M.; LESKELA, I.; SEPPÄNEN, ***O Implementation of the Line of Balance based Scheduling and Project Control System in large construction company.*** In: Proceedings of the 12th International Conference for Lean Construction, Proceedings of the 12th International Conference for Lean Construction, Dinamarca, 2004.

PACHECO M. T. G., ***Redução do tempo de atravessamento através da redução do tempo de ciclo em programação por linha de balanço de edifícios mediante a escolha da unidade de repetição sobre influência da curva de aprendizado: Uma visão enxuta.*** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.

PATTON, M. G. ***Qualitative Research and Evaluation Methods,*** 3 ed. Thousand Oaks,

PINTO, Tarcísio de Paulo. ***De volta à questão do desperdício.*** Construção. São Paulo, 1995.

RIFFEL, Elias; TRENTINI, Claudia. ***Metodologias para Aprendizagem de Conhecimento Profissional em Práticas e Ferramentas da Produção Enxuta na Construção Civil: Parâmetros para Melhoria dos Processos de Trabalho.*** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 22082-22100, 2020.

SOUZA, P. H. M. **Implantação de um sistema de medições de produtividade da mão de obra para apoio ao planejamento de curto prazo em edificações.** 2012. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.