

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
JONAS LEITE COSTA

**CAPACITAÇÃO EM *LEAN CONSTRUCTION* PARA PROFISSIONAIS
DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**

TAUBATÉ - SP
2022

JONAS LEITE COSTA

**CAPACITAÇÃO EM *LEAN CONSTRUCTION* PARA PROFISSIONAIS
DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Mestrado
Profissional em Engenharia Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Gestão da Produção

Orientadora: Profa. Dra. Miroslava Hamzagic

TAUBATÉ - SP

2022

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté - Unitau**

C837c Costa, Jonas Leite
Capacitação em Lean Construction para profissionais de Arquitetura,
Engenharia e Construção / Jonas Leite Costa. -- 2022.
165 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Taubaté, Pró-reitoria de
Pesquisa e Pós-graduação, Taubaté, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Miroslava Hamzagic, Departamento de
Engenharia Mecânica.

1. Construção enxuta. 2. Ensino de engenharia. 3. Indústria da
construção. 4. Qualificação profissional. I. Universidade de Taubaté.
Departamento de Engenharia Mecânica. Mestrado em Engenharia
Mecânica. II. Título.

CDD – 624

JONAS LEITE COSTA

**CAPACITAÇÃO EM *LEAN CONSTRUCTION* PARA PROFISSIONAIS DE
ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Mestrado
Profissional em Engenharia Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Gestão da Produção

Data: 18/10/2022

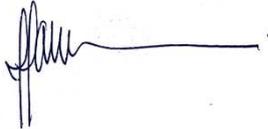
Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Miroslava Hamzagic

Universidade de Taubaté

Assinatura:

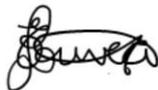


Profa. Dra. Érica Josiane Coelho

Universidade de Taubaté

Gouvêa

Assinatura:



Profa. Dra. Valesca Alves Corrêa

Centro Estadual de Educação

Assinatura:



Tecnológica Paula Souza

Dedico este trabalho à minha amada esposa
Jéssica e à minha pequena Ester, cuja alegria
por tê-las em minha vida é imensurável.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado o meu caminho e ter me dado todas as condições para que eu pudesse estar vivenciando mais esta conquista.

À minha esposa, amiga e companheira, Jéssica, por todo amor, apoio e paciência. Agradeço, também, por suas contribuições valiosas para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais que, mesmo distantes, continuam a se fazer presentes, tanto nos momentos de alegrias como de dificuldades.

À minha querida orientadora, professora Miroslava Hamzagic, pelos ensinamentos prestados para a realização deste trabalho e por ser um exemplo de competência, força, fé e perseverança para mim.

Ao coordenador do programa, professor Evandro Nohara, pelo comprometimento, apoio e atenção dispensados.

Aos professores e colegas do mestrado, pelos ensinamentos e reflexões possibilitados nas atividades do programa.

Às professoras Valesca Corrêa e Érica Gouvêa, pelas considerações e recomendações realizadas.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Nenhum objetivo, por menor que seja, pode ser alcançado sem treinamento adequado”.

Taiichi Ohno

RESUMO

A adoção da filosofia *Lean* na Construção Civil tem se apresentado como uma oportunidade para a racionalização dos processos e para o aumento de competitividade das organizações. Para que essa perspectiva de produção possa ser implementada, é necessário que haja a capacitação de profissionais, a fim de que possam conhecer, entender e aplicar os princípios e ferramentas *Lean* nas diferentes atividades da Construção Civil. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar um projeto de curso para a capacitação de profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção em conceitos do *Lean Construction*. Para atingir o objetivo proposto, foram, inicialmente, realizadas revisões de literatura e uma pesquisa documental com o intuito de obter uma base de conhecimentos sobre os assuntos envolvidos na pesquisa. A partir desses conhecimentos, foi construída a proposta preliminar do projeto de curso de qualificação e foi elaborado e validado um questionário para avaliar essa proposta. Com base no questionário validado, foi realizada a avaliação do projeto de curso por especialistas. Os resultados obtidos na pesquisa indicam que o projeto obteve uma boa avaliação geral, contudo, foram identificados aspectos a serem melhorados. Desse modo, buscou-se atender às sugestões realizadas pelos especialistas, a fim de melhorar a qualidade do projeto e torná-lo mais completo. Por meio deste trabalho, verificou-se que a capacitação em *Lean Construction* pode ser realizada com o auxílio de um curso de qualificação profissional que ofereça oportunidades de compartilhamento de conhecimentos e experiências entre profissionais da indústria e acadêmicos, de forma que essa cooperação possa fomentar o desenvolvimento científico e a disseminação da filosofia *Lean* na Construção Civil. Assim, espera-se que o projeto de curso proposto possa ser colocado em prática, de modo a contribuir para que profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção obtenham ganhos de produtividade, qualidade e segurança nas construções em que atuam. Além disso, a participação no curso poderá proporcionar oportunidades de *networking* e trocas de experiências, contribuindo para o desenvolvimento profissional e maior empregabilidade.

Palavras-chave: Construção Enxuta. Ensino de Engenharia. Indústria da Construção. Qualificação Profissional.

ABSTRACT

The adoption of the Lean philosophy in Civil Construction presents an opportunity to rationalize processes and increase the competitiveness of organizations. To implement this perspective, it is necessary to train professionals to know, understand, and apply Lean principles and tools in the different activities of Civil Construction. In this sense, this work aims to present a course project for the training of professionals in Architecture, Engineering and Construction in Lean Construction concepts. To achieve the proposed objective, literature reviews and documental research were initially carried out to obtain a knowledge base on the subjects involved in the research. From this knowledge, the preliminary proposal of the qualification course project was built, and a questionnaire was elaborated and validated to evaluate this proposal. Based on the validated questionnaire, the course project was evaluated by specialists. The results obtained in the research indicate that the project obtained a good general evaluation, however, aspects to be improved were identified. Thus, the experts' suggestions were accepted to improve the quality of the project and make it more complete. Through this work, it was found that training in Lean Construction can be carried out through a professional qualification course that provides opportunities for sharing knowledge and experiences between industry professionals and academics, so that this cooperation can foster the development scientific research and the dissemination of Lean philosophy in Civil Construction. Thus, the proposed project can be put into practice to help Architecture, Engineering and Construction professionals obtain gains in productivity, quality, and safety in the buildings in which they work. In addition, participation in the course may provide opportunities for networking and exchange of experiences, contributing to professional development and greater employability.

Keywords: Construction Industry. Engineering Education. Lean Construction. Professional Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - “Casa” do Sistema Toyota de Produção	24
Figura 2 - Fluxo tradicional versus fluxo contínuo	26
Figura 3 - Ciclo PDCA	28
Figura 4 - Os 5 Sentidos.....	28
Figura 5 - Modelo tradicional de processo.....	31
Figura 6 - Modelo de processo do <i>Lean Construction</i>	32
Figura 7 - Reunião semanal de planejamento colaborativo.....	36
Figura 8 - 5S na organização do canteiro de obras.....	37
Figura 9 - 5S na organização do almoxarifado	37
Figura 10 - <i>Kanban</i> de estoque mínimo	38
Figura 11 - <i>Kanban</i> de produção de argamassas e concretos	38
Figura 12 - Painel <i>Andon</i>	39
Figura 13 - <i>Poka-yoke</i> de atividades de construção.....	39
Figura 14 - Sequência de construção LEBSCO	45
Figura 15 - Operação de montagem de andaimes em ambiente virtual	47
Figura 16 - Distribuição por categorias das obras selecionadas	53
Figura 17 - Resumo das etapas do Proknow-C.....	54
Figura 18 - Etapas da Methodi Ordinatio	54
Figura 19 - Intersecção dos artigos relevantes para ambos os métodos	61
Figura 20 - Etapas do processo de desenvolvimento do questionário	66
Figura 21 - Avaliação dos elementos do projeto pelos especialistas.....	79
Figura 22 - Avaliação da estrutura e layout do projeto pelos especialistas	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos, princípios, elementos fundamentais e ferramentas <i>Lean</i>	40
Quadro 2 - Dados da busca definitiva nas bases de dados	56
Quadro 3 - Portfólio bibliográfico selecionado por meio do Proknow-C.....	58
Quadro 4 - Portfólio bibliográfico selecionado por meio da Methodi Ordinatio	60
Quadro 5 - Portfólio bibliográfico final.....	61
Quadro 6 - Sugestões dos especialistas na etapa de validação de conteúdo.....	75
Quadro 7 - Alterações do projeto na etapa de validação de conteúdo	75
Quadro 8 - Alterações do questionário na etapa de validação de conteúdo	77
Quadro 9 - Sugestões dos especialistas para os elementos do projeto	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Validade da abrangência dos domínios - afirmativa 1	71
Tabela 2 - Validade da abrangência dos domínios - afirmativa 2	72
Tabela 3 - Validade dos itens quanto à clareza	73
Tabela 4 - Validade dos itens quanto à pertinência	74
Tabela 5 - Avaliação geral do projeto pelos especialistas	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.2 HIPÓTESE	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 Objetivo geral	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 JUSTIFICATIVA	16
1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
1.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	18
1.7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	20
2.1.1 Desperdícios no <i>Lean Manufacturing</i>	21
2.1.2 A “casa” do Sistema Toyota de Produção	23
2.1.3 <i>Lean Thinking</i>	29
2.2 <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	30
2.2.1 Princípios do <i>Lean Construction</i>	32
2.2.2 Aplicações do <i>Lean Construction</i>	35
2.3 CAPACITAÇÃO EM <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	41
2.4 CURSOS DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL	48
3 METODOLOGIA	51
3.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA	51
3.2 ETAPAS E MÉTODOS DA PESQUISA	52
3.2.1 Revisão narrativa de literatura.....	52
3.2.2 Revisão sistemática de literatura.....	53
3.2.3 Pesquisa documental	62
3.2.4 Elaboração da proposta preliminar.....	63
3.2.5 Elaboração do instrumento para avaliar o projeto	65
3.2.6 Painel de especialistas	67
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	71
4.1 VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO.....	71
4.2 AVALIAÇÃO DO PROJETO PELOS ESPECIALISTAS	78

5 CONCLUSÃO	85
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	86
REFERÊNCIAS.....	87
APÊNDICE A – Versão inicial do questionário para avaliação do projeto	96
APÊNDICE B – Formulário para validação de conteúdo do questionário.....	99
APÊNDICE C – Formulário para avaliação do projeto pelos especialistas	117
APÊNDICE D – Versão final do projeto de curso de qualificação.....	129

1 INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil possui grande importância na economia brasileira. De acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), entre os anos de 2011 e 2014, a participação da Construção Civil representava mais de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Nos anos seguintes, com o agravamento da crise econômica iniciada em 2008 e a consequente diminuição de investimentos no setor, houve redução de sua participação na economia, passando a representar cerca 3,7% do PIB de 2019 (DIEESE, 2020).

Apesar da redução da participação da Construção Civil no PIB, o setor ainda possui forte influência na geração de empregos. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que, em 2020, a média de trabalhadores empregados na construção civil foi de 5,9 milhões pessoas, representando cerca de 6,81% de todos os postos ocupados no país (CBIC, 2021). Isso indica que, além da importância para os resultados econômicos do país, o setor possui relevância social.

Embora seja reconhecida a importância do setor para o desenvolvimento do país, a Construção Civil brasileira ainda é marcada por sua baixa produtividade. Em 2013, em comparação a outros 16 países – Austrália, Canadá, China, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Itália, Japão, Coreia do Sul, México, Holanda, Portugal, Rússia, Suécia e Estados Unidos –, a produtividade do trabalho na Construção Civil brasileira era 69,5% menor que a média de produtividade de outros países. Ou seja, ao empregar a mesma quantidade de recursos, o valor produzido representava apenas 30,5% da média dos outros países da comparação (SINDUSCON/SP, 2015).

Em geral, o mal desempenho da Construção Civil brasileira é atribuído à baixa qualificação dos trabalhadores que realizam as atividades de produção no canteiro de obras. Considerando isso, nos últimos anos, houve aumento nos investimentos para a qualificação de mão de obra e redução da informalidade na contratação de trabalhadores. Apesar dessas ações, não foi possível observar um aumento significativo de produtividade do trabalho associado a essas medidas (SINDUSCON/SP, 2015).

Um fator que prejudica a obtenção de melhores resultados por meio da qualificação de trabalhadores é a alta rotatividade enfrentada pelo setor. É comum

que trabalhadores sejam contratados por prazos determinados e, ao final das obras, sejam dispensados. A dificuldade de reter mão de obra prejudica o treinamento e desestimula as empresas a investirem em capacitação de trabalhadores (ERNST & YOUNG, 2014).

Assim, a qualificação da mão de obra é uma questão importante, mas não suficiente para resolver o problema da baixa produtividade. Fatores como gestão da produção, uso de técnicas construtivas mais eficientes, ambiente institucional e burocrático favorável e estabilidade econômica podem ser importantes condicionantes para o crescimento da produtividade na Construção Civil (GONÇALVES; BROERING, 2015).

Considerando esses fatores, as empresas têm empenhado seus esforços em melhorias de gestão e em técnicas construtivas mais eficientes, já que o uso isolado de tecnologias e processos industrializados sem melhoria de gestão resulta, muitas vezes, em maior desperdício e poucos ganhos na produtividade (SINDUSCON/SP, 2015).

Nesse sentido, os métodos de gestão devem atuar para o fortalecimento das diversas ações da empresa, e não apenas para a melhoria das atividades do canteiro de obras. Todas as operações devem ser avaliadas a fim de se determinar os pontos que devem ser priorizados para a obtenção de melhores resultados. A inserção de métodos de gestão mais eficientes pode contribuir para que as empresas de construção obtenham ganhos abrangentes em sua produtividade e, desta forma, mantenham-se competitivas (ERNST & YOUNG, 2014).

Dentre as abordagens de gestão que vêm sendo adotados na Construção Civil, as práticas do *Lean Construction* têm sido utilizadas por um número crescente de empresas (MELO; DESCHAMPS; COSTA, 2017). Essas práticas se baseiam em conceitos do *Lean Manufacturing* e podem ser aplicadas a qualquer tipo de construção, sendo particularmente adequadas à gestão de projetos complexos, incertos e rápidos (HOWELL, 1999).

Inicialmente, o *Lean Thinking*, ou Mentalidade Enxuta, foi desenvolvido para a aplicação na indústria automotiva. Entretanto, nas últimas décadas, a abordagem *Lean* foi aplicada com sucesso em organizações de diferentes setores em todo o mundo, proporcionando melhoria contínua e vantagens competitivas para as empresas (WOMACK; JONES, 2004).

Ressalta-se que a implementação das práticas *Lean* na Construção Civil não é uma tarefa simples, pois requer mudanças conceituais e práticas nas organizações. A aceitação e assimilação dos conceitos pelos trabalhadores é o principal desafio para a aplicação exitosa da abordagem *Lean* nas obras. Dessa forma, é necessário que as empresas realizem esforços para superar as práticas convencionais e desenvolvam nos trabalhadores uma nova mentalidade. O processo de implementação deve ser gradativo, de modo a conciliar as mudanças operacionais com as mudanças de comportamento das pessoas envolvidas (KOSKELA *et al.*, 2002).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando o contexto apresentado, surge o problema que será tratado nesta pesquisa: “como capacitar profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) em conceitos do *Lean Construction*?”.

1.2 HIPÓTESE

A partir do problema, foi proposta uma resposta que se configurou como a hipótese básica da pesquisa: “a capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction* pode ser realizada com o auxílio de um curso de qualificação profissional”.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação é apresentar um projeto de curso para a capacitação de profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção em conceitos do *Lean Construction*.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Identificar as principais aplicações do sistema *Lean Manufacturing* na Construção Civil;
- Investigar estratégias para a capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*;
- Construir um projeto de curso de qualificação que contemple os princípios, ferramentas e práticas do *Lean Construction*;
- Elaborar e validar um instrumento para avaliação do projeto de curso;
- Avaliar o projeto por meio de um painel de especialistas a fim de aprimorar a proposta.

1.4 JUSTIFICATIVA

Ao levar em conta o momento atual, de agravamento da crise econômica e alta nos preços de insumos ocasionadas pela pandemia de Covid-19, observa-se que a melhoria de desempenho e a redução dos desperdícios são fundamentais para a sobrevivência das empresas no mercado.

No segmento de obras da Construção Civil brasileira, embora não haja consenso com relação a um valor exato, estima-se que cerca de 30% do valor investido em materiais é desperdiçado (DESCHAMPS; BEUREN, 2009). Se forem consideradas outras formas de desperdícios, como transporte desnecessário, tempos de espera, uso de equipamentos ou técnicas inadequadas e retrabalho, as perdas na Construção Civil brasileira podem ser consideradas ainda maiores. Nos EUA, um estudo realizado em 2004 pelo Construction Industry Institute em parceria com o Lean Construction Institute, indicou que até 57% do tempo despendido nas atividades de execução de obras não adicionava valor ao produto final, ou seja, apenas 43% do tempo gasto na execução de projetos podia ser considerado como tempo produtivo (AZIZ; HAFEZ, 2013; PONS; RUBIO, 2019).

Levando em conta esse cenário, empresas de Construção Civil de todo o mundo têm adotado conceitos do *Lean* para a obtenção de melhorias como menor tempo de execução, redução de desperdícios e maior satisfação dos clientes. Além disso, observa-se maior organização e segurança nos canteiros de obras em que são aplicados os conceitos *Lean*. Essas melhorias são potencializadas pelos processos de aprendizagem e melhoria contínua, que possibilitam a participação ativa dos trabalhadores na resolução de problemas (SALEM *et al.*, 2006).

Assim, a adoção da mentalidade *Lean* na Construção Civil surge como uma oportunidade para a racionalização dos processos e o aumento de competitividade das organizações. Para que isso ocorra, é necessário que haja a capacitação dos profissionais que atuam nesse setor, a fim de que possam conhecer, entender e aplicar os princípios e ferramentas do *Lean Construction* nas diferentes atividades da Construção Civil.

Embora a mentalidade *Lean* seja amplamente difundida em diversos setores industriais e seja reconhecida a importância de incorporar seus conceitos no currículo dos cursos de AEC, ainda são poucas as iniciativas em instituições de ensino brasileiras que atendem a essa demanda (MATUSZAK, 2020).

Desse modo, este trabalho visa contribuir para que instituições de ensino possam disseminar os conceitos e práticas *Lean* por meio de ações de capacitação de profissionais e estudantes de AEC, de modo que o compartilhamento dessas ideias possa proporcionar melhorias de produtividade, qualidade e segurança nas construções.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

No presente trabalho buscou-se desenvolver um projeto de curso de qualificação em *Lean Construction* tendo como público-alvo os profissionais e estudantes de nível superior da indústria da Construção Civil. Dessa forma, os conteúdos e abordagens propostos foram planejados para esse público e podem não estar adequados a outros níveis educacionais.

Com relação à oferta da qualificação profissional, verificou-se que esse tipo de curso pode ser oferecido por diferentes tipos de instituições públicas e privadas. Todavia, considerando os propósitos deste trabalho e visando atingir o maior número de profissionais possível, a proposta foi direcionada à oferta do curso de qualificação de forma gratuita em instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), mais especificamente, em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

É importante ressaltar que o projeto foi desenvolvido visando a realização do curso de qualificação integralmente na modalidade de Educação à Distância (EAD). Desse modo, existem requisitos mínimos que as instituições de ensino interessadas em ofertá-lo deverão atender, tais como possuir um Ambiente Virtual de

Aprendizagem (AVA), materiais e recursos multimídia adequados e pessoal capacitado em EAD, tanto para as atividades de ensino quanto para o suporte técnico aos alunos.

1.6 ASPECTOS ÉTICOS

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté sob o número de parecer 5.343.517, de 11/05/2022.

A participação dos especialistas na pesquisa apresentou riscos mínimos, já que a identidade dos participantes não foi divulgada e seus dados foram mantidos em sigilo. Além disso, as questões apresentadas aos especialistas estavam estritamente relacionadas à avaliação de elementos do projeto de curso de qualificação, não havendo coleta de dados sensíveis.

No que se refere aos benefícios trazidos pela participação na pesquisa, os especialistas tiveram a oportunidade de crescimento profissional por meio da interação com os conhecimentos envolvidos no projeto e pelo compartilhamento de experiências. Além disso, a participação dos especialistas foi fundamental para a melhoria da qualidade do projeto de curso de qualificação.

1.7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. A seguir, os capítulos são apresentados com uma breve descrição de seus conteúdos.

O Capítulo 1 apresenta a Introdução do trabalho. Nesse capítulo é realizada uma contextualização inicial e são descritos o problema, a hipótese, os objetivos, a justificativa, a delimitação do trabalho e os aspectos éticos envolvidos.

O Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica. Nesse capítulo são abordados os seguintes assuntos: *Lean Manufacturing*, *Lean Construction*, Capacitação em *Lean Construction* e Cursos de Qualificação Profissional.

O Capítulo 3 apresenta a Metodologia. Nesse capítulo está a descrição das classificações da pesquisa e dos procedimentos metodológicos utilizados em cada etapa do trabalho.

O Capítulo 4 apresenta a Análise e Discussão dos Resultados. Nesse capítulo são abordados os resultados obtidos nos processos de validação de conteúdo do instrumento e de avaliação do projeto pelos especialistas.

O Capítulo 5 apresenta a conclusão da pesquisa. Nesse capítulo são descritas as conclusões obtidas com a realização do trabalho e são feitas recomendações para pesquisas futuras.

No final da dissertação, foram inseridos como apêndices os principais documentos produzidos ao longo da pesquisa. Dentre esses documentos, destaca-se o Apêndice D, que apresenta a versão final do projeto de curso de qualificação profissional em *Lean Construction*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que seja possível entender o cenário no qual a pesquisa está inserida, é necessário investigar as fronteiras do conhecimento e as descobertas já feitas a respeito do tema de estudo. Nesse sentido, a elaboração de um referencial teórico proporciona ao pesquisador uma base conceitual que permite levantar informações e discutir argumentos a partir das conclusões de outros autores (MARCONI; LAKATOS, 2021).

Assim, neste capítulo, é apresentada uma síntese dos conhecimentos que fundamentaram o desenvolvimento da pesquisa e que são importantes para a sua compreensão.

2.1 LEAN MANUFACTURING

O sistema de produção *Lean*, amplamente utilizado na indústria manufatureira, surgiu na Toyota Motor Company do Japão no início da década de 1950. Devido às limitações da indústria japonesa e ao momento econômico vivido pelo país após o fim da Segunda Guerra Mundial, os engenheiros da empresa chegaram à conclusão de que o modelo de produção em massa, adotado principalmente nos Estados Unidos da América (EUA), não poderia ser aplicado na indústria automobilística japonesa (DENNIS, 2008).

A falta de capital para investimentos favoreceu a criação de células de produção menores, com máquinas flexíveis e trabalhadores qualificados em diversas tarefas. As restrições legais relacionadas à demissão de trabalhadores permitiram que se criasse dentro da empresa um ambiente estável e colaborativo, fomentando o envolvimento dos trabalhadores na participação e resolução de problemas. O sistema de produção *Lean* tornou-se uma filosofia que fazia de suas necessidades suas virtudes (DENNIS, 2008).

Ao adotar a produção em pequenos lotes, a Toyota viu seus custos serem reduzidos consideravelmente. Isso porque, produzir em lotes menores, diminuía os recursos financeiros necessários para o armazenamento de grandes quantidades de peças processadas e, além disso, essa forma de produzir permitia a identificação quase que imediata de erros de fabricação. A partir dessas observações, a Toyota focou na eliminação completa de desperdícios, o que culminou na melhoria de

qualidade de produtos fabricados (WOMACK; JONES; ROSS, 2004). Percebeu-se, também, que outras exigências como diversidade de produtos e entrega rápida somente seriam satisfeitas ao passo que fossem eliminados completamente os desperdícios. Desse modo, concluiu-se que a sobrevivência e êxito da empresa no mercado dependeria da otimização dos processos por meio da eliminação das perdas (SHINGO, 2007).

À medida que o Sistema Toyota de Produção (STP) se consolidava, a necessidade de reparo de peças caiu continuamente. Além da melhoria da qualidade dos produtos, verificou-se que nas fábricas da Toyota praticamente não havia espaços para reparos ou retrabalho, o que contrastava fortemente com as fábricas de produção em massa que dedicavam cerca de 20% de sua área operacional e 25% do total de horas de trabalho para a correção de erros de produção (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Com o sucesso do STP no Japão, empresas de diversas partes do mundo passaram a observar com mais atenção os procedimentos adotados pela Toyota. No ocidente, a maior difusão das ideias do STP se deu a partir dos estudos realizados no Massachusetts Institute of Technology (MIT) nos anos de 1980 e do lançamento da primeira edição do livro *“The Machine That Changed the World”*, publicado pelos pesquisadores James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos em 1990. A expressão *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, foi adotada para se referir ao STP pois, em comparação à Produção em Massa, essa nova forma de produzir utilizava menos recursos para produzir mais valor. A partir da difusão das ideias do *Lean Thinking*, várias organizações passaram a adotar essa nova perspectiva de produção com a finalidade de reduzirem cada vez mais seus desperdícios e se tornarem mais competitivas (YOSHINO, 2008).

2.1.1 Desperdícios no *Lean Manufacturing*

De acordo com Womack e Jones (2004), considera-se desperdício toda atividade que consome recursos, porém não gera valor. Os desperdícios são comuns nas empresas e estão por todas as partes, sendo alguns exemplos: necessidade de retificação de produtos, superprodução e armazenamento dos produtos excedentes, etapas ou passos desnecessários no processo, movimentação de trabalhadores e transporte de produtos de um lugar para outro sem um propósito, tempo de espera

entre uma atividade e outra, e bens e serviços que não satisfazem as necessidades do cliente (WOMACK; JONES, 2004).

No STP, a palavra japonesa que define desperdício é *Muda*. Segundo Ohno (1997), pode-se destacar sete principais tipos de desperdícios, conforme apresentados a seguir:

- Produção em excesso: está relacionada à produção adiantada ou acima do necessário, o que gera desperdícios com excesso de pessoal e custos para transporte e armazenagem do estoque gerado (LIKER, 2022);
- Espera (tempo sem trabalho): ocorre enquanto um trabalhador fica parado, esperando uma máquina, suprimento ou peça para que possa iniciar o próximo passo do processamento (PANSONATO, 2020).
- Transporte ou movimentação desnecessários: considerando que o transporte não agrega valor ao produto, essa atividade é vista como desperdício. Dessa forma, devem ser adotadas medidas que eliminem ou reduzam a movimentação materiais e informações no processo produtivo (GHINATO, 2000).
- Excesso de processamento ou processamento incorreto: esses desperdícios estão relacionados à realização de passos ou etapas desnecessárias para realizar o processamento do produto. A oferta de produtos com qualidade superior à necessária também pode ser vista como desperdício (LIKER, 2022).
- Excesso de estoque: refere-se aos desperdícios ocasionados pelo excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou produtos acabados, ocultando problemas como desnivelamento da produção, entregas atrasadas de fornecedores, equipamentos indisponíveis e longo tempo de preparação (PANSONATO, 2020).
- Movimento desnecessário: está relacionado à realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante o desenvolvimento do trabalho. Esse desperdício pode ser gerado pelo distanciamento de frentes de trabalho, *layout* inadequado e falta de equipamentos nos locais corretos (SHINGO, 2007).
- Defeitos (retrabalho): produzir com defeitos transforma todo esforço, tempo e investimento em desperdício. Consertar e retrabalhar também representam outras formas de perdas. Uma das principais formas de combater os

desperdícios por defeitos é a utilização de dispositivos *Poka-Yoke*, de modo que seja possível inspecionar a totalidade das peças na linha de produção (SHINGO, 2007).

Segundo Womack e Jones (2004), além dos sete tipos de desperdícios elencados por Ohno, pode-se identificar mais um tipo de perda, conforme apresentado a seguir.

- Má utilização de pessoal (desperdício de criatividade): está relacionado à perda de ideias, melhorias e oportunidades devido à falta de comunicação dentro da empresa, entre a empresa e seus clientes, e entre a empresa e seus fornecedores (PANSONATO, 2020).

Conhecer os principais tipos de desperdícios em um processo produtivo é de vital importância para a implementação das ideias do *Lean Manufacturing* em uma organização. Esses tipos de desperdício estão presentes em praticamente todas as atividades produtivas, independentemente da finalidade da indústria, e sua análise permite identificar os principais pontos de melhorias que contribuirão para alavancar o desempenho da empresa como um todo (PANSONATO, 2020).

2.1.2 A “casa” do Sistema Toyota de Produção

Com o intuito de propagar o pensamento *Lean* dentro da empresa e para seus fornecedores, a Toyota formulou a “casa” do STP, que está disposta na Figura 1. Esse modelo, embora pareça bastante simples, possibilita a identificação dos pontos fundamentais da filosofia *Lean* (BALLÉ; EVESQUE, 2015).

Figura 1 - “Casa” do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000).

No topo da “casa” está disposto o objetivo do sistema, que é atender da melhor maneira às necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços com a mais alta qualidade, com o custo mais baixo e o menor *Lead Time* (GHINATO, 2000). Esse objetivo não deve ser visto como uma meta a ser atingida, mas sim como uma referência que possibilita aos colaboradores da organização concentrarem seus esforços para a obtenção dos melhores resultados possíveis (BALLÉ; EVESQUE, 2015).

No segundo nível da “casa” do STP estão os pilares *Just-in-time* (JIT) e Jidoka, que são fundamentais para a operação do sistema.

A expressão *Just-in-time* significa produzir na hora certa, no momento oportuno (SHINGO, 2007). Para que a produção JIT seja realizada de forma eficiente, devem ser elaborados métodos de gestão que antecipem falhas na produção, fazendo com que no momento oportuno haja o item necessário, na quantidade necessária e com as ferramentas necessárias (OHNO, 1997).

Para a operacionalização do JIT, foram empregadas ferramentas visuais capazes de identificar de forma eficaz as informações e o fluxo de materiais em um processo produtivo. Para esse sistema de informações visuais, atribui-se o termo *Kanban*. Este sistema proporciona ao fornecedor da estação de trabalho as informações sobre o que produzir, quando produzir, em que quantidade produzir e

para quem produzir. O intuito do *Kanban* é ser um sistema de fácil entendimento, altamente útil e flexível (RODRIGUES, 2016).

O principal objetivo do JIT é identificar, localizar e eliminar as perdas e desperdícios, garantindo que haja um fluxo contínuo nas operações de produção da empresa. O JIT depende de três fatores que estão intrinsecamente ligados: fluxo contínuo, *Takt Time* e produção puxada (GUINATO, 2000).

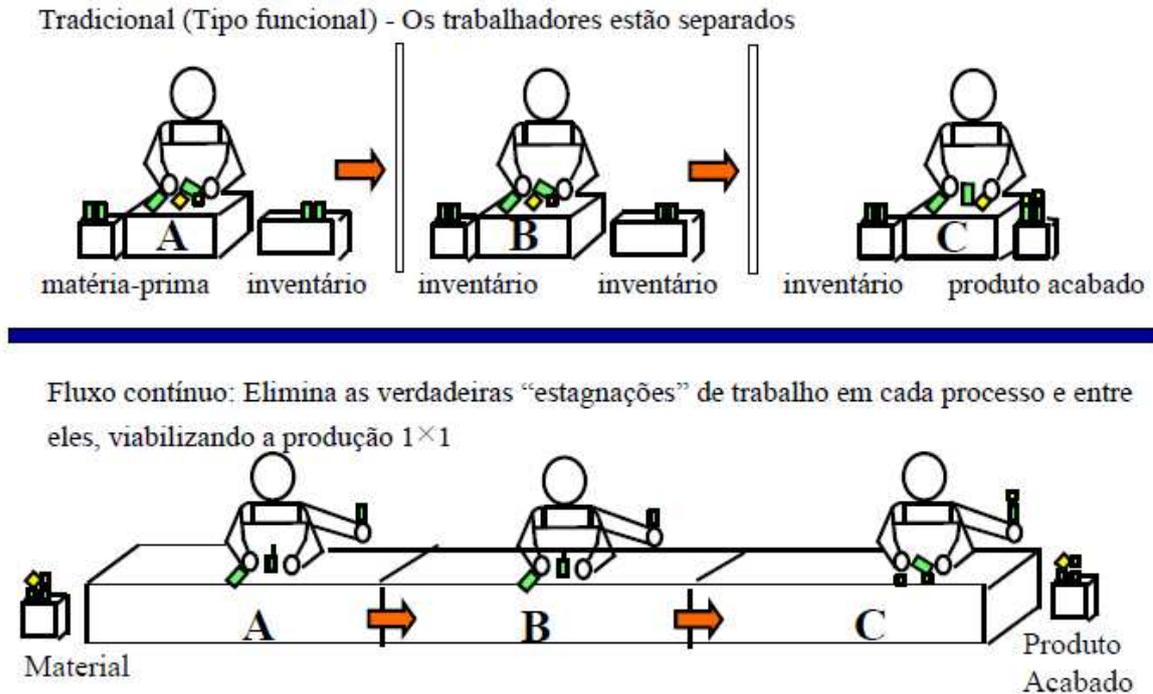
Em sistemas com fluxo contínuo, a organização deve estabelecer um *layout* que permita que nas células de produção sejam executados diversos processos necessários para a fabricação do produto almejado. Ao passo que seja implementado um modelo de célula capaz de realizar vários processos, a linha de montagem passa a operar em um fluxo unitário, permitindo que os estoques entre os processos possam ser completamente eliminados. Assim, é possível reduzir as perdas por estoque, as perdas por espera e obter o um menor *Lead Time*, que se refere ao tempo total que um produto ou serviço leva para ser entregue ao cliente a partir do momento de sua solicitação (GUINATO, 2000).

Para que as operações sejam balanceadas e atendam às demandas do cliente, o ritmo de produção é determinado utilizando-se o *Takt Time*, que é calculado levando-se em conta a demanda do cliente e o tempo disponível para a produção. Se a produção for mais rápida que o *Takt Time*, haverá superprodução, ao passo que uma produção mais lenta que o *Takt Time* acarretará congestionamentos e atrasos (ALBERTIN; PONTES, 2016).

De acordo com Pansonato (2020), o conceito da produção puxada está fundamentado na observação feita por Taiichi Ohno em supermercados durante sua visita aos EUA na década de 1950. Ohno observou que os produtos de uma gôndola de supermercado só eram repostos quando os clientes retiravam os produtos. Dessa forma, era o cliente que ditava o ritmo de reposição. Caso houvesse reabastecimento além do necessário, haveria um problema com o armazenamento, e, caso a reposição fosse menor que a necessária, haveria a falta de produtos para o cliente. Baseando-se nessa observação, foi implementado na Toyota um sistema que produzia somente o necessário e quando necessário, ou seja, era o cliente quem puxava o produto, puxava o ritmo da produção e puxava o valor (PANSONATO, 2020).

A Figura 2 ilustra um comparativo entre o fluxo tradicional e o fluxo contínuo de produção, que é característico da produção JIT.

Figura 2 - Fluxo tradicional versus fluxo contínuo



Fonte: Ghinato (2000).

O outro pilar do STP, conhecido como *Jidoka*, está relacionado à automação, embora não esteja restrito apenas às máquinas. Trata-se de uma automação com toque humano, também conhecida como automação, que tem como prática detectar uma condição anormal na linha de produção e reagir rapidamente a ela (MORGAN; LIKER, 2008). Para que o *Jidoka* possa ser efetivado, é necessário que haja a separação entre máquina e homem e a aplicação de dispositivos a prova de erros, conhecidos como *Poka-Yoke*.

A separação entre máquina e homem ocorre no *Jidoka* entre a detecção de uma anormalidade e a solução do problema. Uma automação completa da linha de produção seria possível caso as máquinas, além de identificarem os problemas, fossem capazes de corrigi-los. Entretanto, isso seria tecnicamente difícil e de elevado custo (SHINGO, 2007). Assim, no STP, a detecção de problemas é uma função das máquinas, enquanto a correção dos problemas é uma responsabilidade do homem. Isso permite que a empresa explore de maneira eficiente o potencial das máquinas para a identificação de anormalidades na linha de produção e o potencial humano, a partir de sua inteligência, para a solução de problemas (GUINATO, 2000).

Os dispositivos denominados *Poka-Yoke* cumprem um importante papel na detecção de situações anormais. A ideia principal baseia-se na utilização de dispositivos simples e de baixo custo que sejam capazes de impedir a propagação de

erros na linha de produção, de modo que, quando ocorram, sejam facilmente identificados e corrigidos. No STP, considera-se que erros são praticamente impossíveis de serem evitados, porém, os defeitos podem ser totalmente eliminados (DENNIS, 2008).

Dando sustentação aos pilares JIT e *Jidoka*, tem-se uma base formada pelo *Heijunka*, pelas operações padronizadas e pelo *Kaizen*.

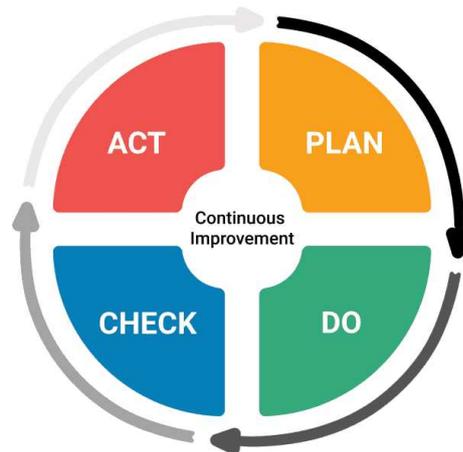
O *Heijunka* é o nivelamento da produção de um *mix* de produtos em um padrão repetitivo de modo a atender às demandas dos clientes no longo prazo (ALBERTIN; PONTES, 2016). Em um sistema tradicional, a fabricação se dá em lotes de um mesmo produto, sendo que a fabricação de um modelo diferente somente é iniciada após a finalização do lote completo do modelo anterior. Dessa forma, além de serem gerados estoques maiores, qualquer problema de qualidade exigirá a necessidade de inspeção de um grande número de peças. Por outro lado, o nivelamento feito no *Heijunka* oferece uma produção variada a partir de um padrão que é repetido continuamente, permitindo que todos os itens sejam fabricados todos os dias (PANSONATO, 2020).

As operações padronizadas são aplicadas com o intuito de eliminar as perdas e obter a maior produtividade possível. A padronização dos elementos de trabalho também tem como objetivos contribuir para o balanceamento da produção e para a definição do nível de estoque mínimo para realização das operações (GUINATO, 2000). Um padrão deve conter todas as informações necessárias para que as tarefas sejam executadas adequadamente pelos operadores, de modo que sejam obtidos resultados previsíveis e repetitivos. Além de representar as práticas mais adequadas para a realização das atividades, a padronização deve contribuir para que melhorias reconhecidas ao longo do processo possam ser implementadas e documentadas (ALBERTIN; PONTES, 2016).

O princípio *Kaizen*, que representa a melhoria contínua, é responsável por incentivar que todos busquem a cada dia a melhoria de suas ações. Esse princípio é considerado peça-chave no STP, pois, nessa perspectiva, os problemas não deve ser escondidos, mas sim vistos como oportunidades de melhoria. Para que isso ocorra, é necessário que todos os trabalhadores sejam responsáveis por esse movimento de melhoria, e contribuam dentro de suas esferas de atuação (TUBINO, 2015).

As atividades de melhoria contínua estão estritamente ligadas ao ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Action* –, cujas etapas podem ser definidas como: Planejar, Executar, Verificar e Agir. De acordo com Dennis (2008), o ciclo PDCA deve fazer parte de todas as atividades da organização, sendo aplicado ao *Kaizen* cotidiano na solução de problemas e no planejamento estratégico. A Figura 3 representa o ciclo contínuo de aplicação do PDCA.

Figura 3 - Ciclo PDCA



Fonte: Fluxo Consultoria - UFRJ (2020).

Para combater os desperdícios e incentivar a melhoria contínua, a Toyota desenvolveu o programa de 5 Sensos (5S). Esse programa trata da padronização e organização do espaço de trabalho, de modo a auxiliar os trabalhadores a identificarem situações fora do padrão e tomar medidas corretivas de forma simples e eficiente (DENNIS, 2008). Os 5 Sensos estão dispostos na Figura 4.

Figura 4 - Os 5 Sensos



Fonte: Fluxo Consultoria - UFRJ (2020).

A estabilidade dos processos pode ser considerada a base de todo o STP, pois somente processos eficazes, sob controle e estáveis podem ser padronizados para que se obtenha uma produção livre de defeitos, na quantidade e no momento certo. Assim, a estabilidade é um requisito fundamental para a implementação do STP, já que as ações de planejamento e melhoria contínua são conduzidas de forma mais eficiente em ambientes estáveis e previsíveis (GHINATO, 2000).

Por fim, a segurança e o moral dos trabalhadores ocupam uma posição central no STP. Para que possa haver uma cultura colaborativa, valores como segurança na produção, segurança no emprego, transparência e valorização de todos os funcionários devem ser cultivados dentro da organização. O princípio *Genchi Genbutsu* representa a iniciativa “vá e veja”, que assegura que os profissionais da gerência estejam em constante diálogo com a equipe operacional e estimulem a participação de todos nas decisões da empresa (DENNIS, 2008).

2.1.3 *Lean Thinking*

Baseando-se nas ideias do *Lean Manufacturing*, em 1996, os pesquisadores James Womack e Daniel Jones estruturaram os cinco princípios fundamentais do *Lean Thinking* com o intuito de auxiliar gestores a iniciar a transformação *Lean* em suas organizações (PONS; RUBIO, 2019). Esses princípios estão apresentados a seguir:

- Valor: investigar o que representa efetivamente o valor para o cliente e oferecer o maior valor agregado possível, sem desperdícios (PICCHI, 2003).
- Fluxo de valor: identificar e eliminar qualquer tipo de desperdício ao longo de toda a cadeia de valor, eliminando passos ou etapas desnecessários (PONS; RUBIO, 2019).
- Fluxo: fazer com que as atividades que agregam valor fluam de maneira contínua ao longo da cadeia de valor (PONS; RUBIO, 2019).
- Puxar: permitir que o cliente puxe o produto de acordo com suas necessidades, ou seja, produzir de acordo a demanda dos clientes internos e externos (PICCHI, 2003).
- Perfeição: desenvolver dentro da empresa uma cultura de melhoria contínua, de modo a envolver a todos na busca pela perfeição e no combate ao desperdício (PANSONATO, 2020).

Os princípios *Lean* extrapolaram sua aplicação na indústria manufatureira e, atualmente, são utilizados em empresas de diversas finalidades. De modo geral, ao aplicar os princípios *Lean Thinking* em um processo, espera-se obter maior produtividade, foco nas atividades que agregam valor, redução de desperdícios, melhoria contínua, simplificação pela gestão visual e maior engajamento dos trabalhadores (WOMACK; JONES, 2004).

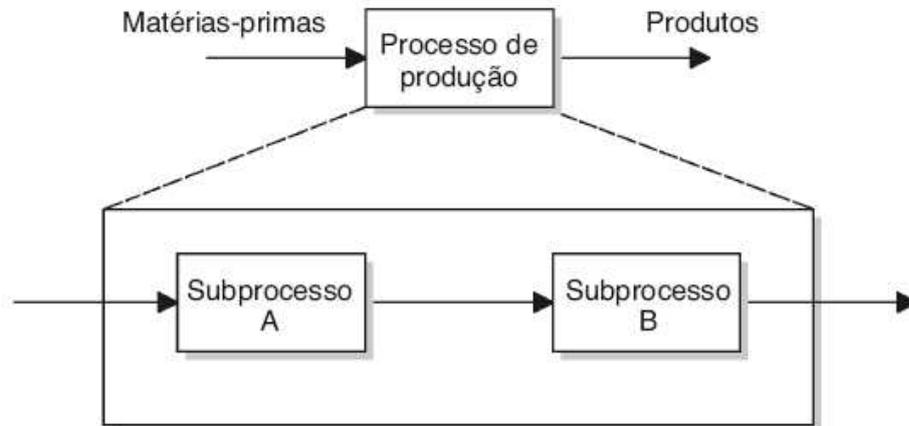
2.2 LEAN CONSTRUCTION

As discussões acerca da aplicação da filosofia *Lean* na Construção Civil tem como ponto de partida a publicação do relatório técnico intitulado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, elaborado pelo pesquisador Lauri Koskela em 1992. Nessa publicação, Koskela (1992) propõe um novo paradigma de produção para a Construção Civil, que se baseia nas ideias do *Lean Thinking*, desenvolvidas e aprimoradas desde a década de 1950 na indústria automotiva japonesa e difundidas em organizações de diversos segmentos em todo o mundo.

Para investigar e difundir as ideias desse novo paradigma de produção na Construção Civil, foram fundados em 1993 o International Group for Lean Construction e, posteriormente, em 1997 o Lean Construction Institute. No ano 2000, o pesquisador Glenn Ballard estruturou um sistema de planejamento e controle para projetos de construção baseado na filosofia *Lean*, que foi publicado em sua tese de doutorado intitulada “*The Last Planner System of Production Control*” (PONS; RUBIO, 2019).

A principal diferença entre o *Lean Construction* e o sistema de produção tradicional está relacionada à forma como são entendidos os processos. Em um modelo tradicional, o processo de produção é composto por atividades de conversão de matérias-primas em produtos, ou seja, um sistema de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) (BERNARDES, 2021). Na Figura 5, está exemplificada o modelo tradicional de processo.

Figura 5 - Modelo tradicional de processo



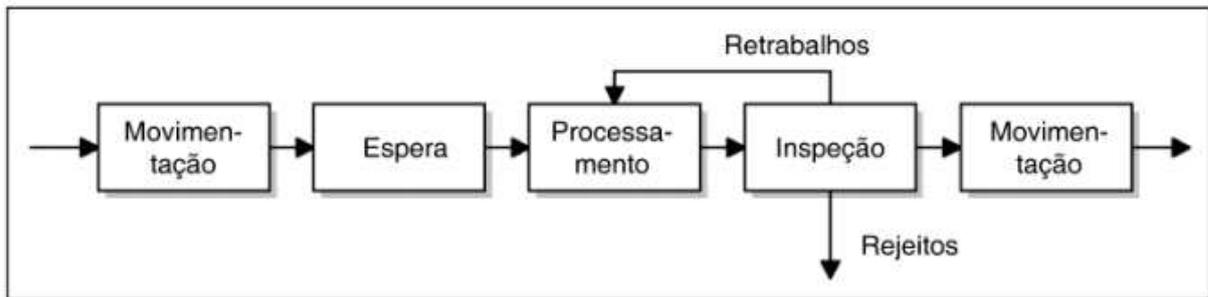
Fonte: Bernardes (2021).

De acordo com Bernardes (2021), ainda que o modelo tradicional preveja em seus planos de obra a descrição das atividades que deverão ser efetuadas na execução do projeto, ele apresenta algumas deficiências, tais como:

- Não previsão das atividades de fluxo, sendo que elas representam a maior parte dos custos de execução (KOSKELA, 1992);
- Controle de produção centrado nos subprocessos, ao invés de focar na eficiência global do processo (KOSKELA, 1992);
- Não consideração dos requisitos do cliente ao admitir que o valor pode ser melhorado apenas com a utilização de materiais de melhor qualidade, podendo resultar até mesmo em produtos inadequados ao mercado (BERNARDES, 2021).

Dessa forma, no *Lean Construction*, considera-se que os processos são compostos por atividades de conversão e de fluxo. As atividades de conversão consistem em tarefas que efetivamente transformam materiais em produtos e as atividades de fluxo referem-se às tarefas de transporte de material, troca de ferramentas e tempo de espera de processamento. Embora todas as atividades envolvam custos e consumam tempo, apenas as atividades de conversão são capazes de agregar valor ao produto. Portanto, para a melhoria do processo como um todo, deve-se buscar a redução ou eliminação das atividades de fluxo e a melhoria de eficiência das atividades de conversão (KOSKELA, 1992). Na Figura 6, está representado o modelo de processo de acordo com o *Lean Construction*.

Figura 6 - Modelo de processo do *Lean Construction*



Fonte: Bernardes (2021).

Além da diferença de perspectiva quanto à composição das atividades envolvidas nos processos, há também uma clara distinção entre a abordagem tradicional e a abordagem *Lean* no que se refere à gestão dos processos. Em geral, no modelo tradicional, as decisões acerca da execução dos projetos são tomadas pelos gestores e passadas a seus subordinados até que cheguem aos trabalhadores da produção. Por outro lado, no modelo de gestão *Lean*, o planejamento deve contar com a participação de todos os envolvidos no projeto, desde aqueles que participaram de sua concepção, até aqueles que serão responsáveis pela execução das tarefas. Dessa forma, a participação ativa de todos os interessados cria oportunidades de aumentar o valor associado ao projeto (KOSKELA, 2002).

A gestão de projetos na perspectiva *Lean* não deve ser vista como um sistema de passos a serem seguidos rigorosamente, mas sim como uma filosofia que possibilita a criação de iniciativas que agreguem valor às atividades dos projetos de construção. Na etapa de construção dos projetos, por exemplo, pode-se considerar como valor a redução dos tempos de execução, o controle de desperdícios e a prevenção de acidentes (DÍAZ; RIVERA; GUERRA, 2014).

2.2.1 Princípios do *Lean Construction*

Com o intuito de oferecer diretrizes para que a filosofia *Lean* pudesse ser implementada na indústria da Construção Civil, Koskela (1992) propôs a adoção de onze princípios no processo de execução de obras, conforme descritos a seguir:

- Reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor: no *Lean Construction*, as atividades de conversão são consideradas como as atividades que agregam valor aos produtos ou processos. São exemplos dessas atividades as ações de transformação de materiais e informações no

produto requerido pelo cliente. Por outro lado, há atividades que consomem tempo, recursos e espaço, mas que não agregam valor ao produto, como as ações de inspeção, movimentação e espera. Reduzir esse último tipo de atividade é fundamental para a eliminação de desperdícios e redução dos custos na construção (KOSKELA, 1992).

- Aumentar o valor da saída considerando os requisitos do cliente: para a melhoria da eficácia da produção é preciso identificar os requisitos dos clientes internos e externos. Dessa forma, ao longo do fluxo de produção, deve-se buscar atender às necessidades tanto dos clientes de atividades posteriores, quanto do cliente final. Esse princípio contribui para a redução e retrabalhos no processo e para o cumprimento adequado dos prazos (BERNARDES, 2021).
- Reduzir a variabilidade do processo: na Construção Civil os processos de produção são variáveis. Mesmo utilizando os mesmos recursos para executar as mesmas atividades, haverá diferença no resultado final. Para reduzir a variabilidade do processo é necessário fomentar a transparência dentro da organização, de modo que os padrões de execução sejam claros a todos os envolvidos. Além disso, a adoção de dispositivos a prova de erros também pode contribuir para uma menor variabilidade (KOSKELA, 1992).
- Reduzir o tempo de ciclo de uma atividade: o tempo de ciclo é definido como a soma dos tempos necessários para a realização de todas as atividades de conversão e fluxo para produzir determinado produto. A redução do tempo de ciclo tem sua base na filosofia *Just in Time*, ou seja, cada etapa do processo deverá ocorrer conforme o planejado, de modo a evitar a formação de estoques na obra e atividades de fluxo desnecessárias (FORMOSO, 2002).
- Simplificar através da minimização do número de passos e partes: sistemas muito complexos são menos confiáveis por envolverem grande quantidade de atividades, o que pode aumentar a ocorrência de erros. Simplificar um sistema, por meio da redução do número de partes de um produto ou do número de passos em um fluxo de materiais ou informação pode diminuir os custos de produção e a possibilidade de erros (WIGINESCKI, 2009).
- Aumentar a flexibilidade de saída: este princípio refere-se à capacidade de se alterar as características dos produtos entregues aos clientes internos e

externos de acordo com suas necessidades. Nesse aspecto, o planejamento de produção pode facilitar a implantação deste princípio por meio da adoção de pequenos lotes e troca rápida de ferramentas e equipamentos (BERNARDES, 2021).

- Aumentar a transparência do processo: neste princípio é considerado que, quanto mais transparente for o processo, maior será a facilidade em identificar erros no processo produtivo. Isso porque, ao passo que é aumentada a disponibilidade de informações, mais fácil se torna a execução de tarefas. Além disso, a transparência fomenta a participação e envolvimento dos funcionários com o trabalho, contribuindo para o desenvolvimento de melhorias no processo (FORMOSO, 2002).
- Ter foco no controle de todo o processo: o controle do processo como um todo possibilita a identificação e correção dos desvios que mais interferem no correto andamento da execução das obras. O enfoque do controle por etapas ou partes pode até gerar melhorias pontuais em algumas parcelas do trabalho, mas tendem a contribuir com perdas ao ser levado em consideração o processo como um todo (BERNARDES, 2021).
- Gerar melhoria contínua: com a realização das atividades do processo, deve-se buscar continuamente a redução do desperdício e o aumento de valor do produto. Além disso, os métodos de análise do processo devem se concentrar na identificação da causa raiz dos problemas e não somente em corrigir seus efeitos negativos (WIGINESCKI, 2009).
- Melhorar o equilíbrio do fluxo com melhoria nas conversões: em geral, as atividades de fluxo são mais negligenciadas que as atividades de conversão, sendo assim, devem ser abordadas com mais atenção. A melhoria das atividades de fluxo, além de combater o desperdício, possibilitará a implantação de novas tecnologias, o que pode reduzir a variabilidade do processo e beneficiar a execução das atividades de conversão (KOSKELA, 1992).
- Realizar *Benchmarking*: consiste na busca de melhorias a partir do conhecimento das práticas de outras empresas consideradas líderes em seus segmentos. Para isso, a empresa deve buscar incorporar as melhores técnicas do mercado, combinando-as e adaptando-as aos seus próprios processos (BERNARDES, 2021).

Os princípios do *Lean Construction* apresentam importantes diretrizes a serem consideradas para que empresas de construção possam melhorar a segurança, a qualidade e a eficiência na execução de projetos. Ressalta-se que, para a correta implementação da filosofia *Lean Construction*, todos os interessados devem estar comprometidos com seus princípios, tanto nas fase de concepção do projeto, quanto na fase de execução (DÍAZ; RIVERA; GUERRA, 2014).

2.2.2 Aplicações do *Lean Construction*

Nos últimos anos observou-se um aumento na adoção dos princípios do *Lean Construction* na indústria da Construção Civil. Nos EUA o *Lean Construction* já faz parte dos planos de estudo das carreiras universitárias voltadas à Construção Civil. Na América Latina, o Chile é o país mais avançado nas aplicações do *Lean Construction*, e também adota o *Lean Construction* na formação de profissionais da AEC (DÍAZ; RIVERA; GUERRA, 2014).

No Brasil há diversas pesquisas publicadas acerca da adoção dos conceitos da filosofia *Lean* na Construção Civil, com destaque para as discussões que abordam a relação entre *Lean Construction* e sustentabilidade. Nesse enfoque, ainda é difícil determinar precisamente como as práticas *Lean* podem contribuir para a sustentabilidade, entretanto, é possível depreender que existem sinergias entre essas duas esferas no que tange à redução de desperdícios (ALMEIDA; PICCHI, 2017).

No que se refere à melhoria de desempenho, observou-se que, de modo geral, a adoção do *Lean Construction* proporciona diminuição tempo de execução das obras e redução de desperdícios. Além disso, a utilização da abordagem *Last Planner System* (LPS) promove uma melhoria no processo de gestão, já que contribui para que todos os interessados possam compartilhar informações a respeito da coordenação do projeto, aumentando a previsibilidade das atividades de planejamento e controle (MELO; DESCHAMPS; COSTA, 2017). O LPS é a ferramenta mais utilizada para a gestão do processo e monitoramento contínuo da produtividade de obras de construção que adotam o *Lean Construction* (AZIZ; HAFEZ, 2013).

De acordo com Alarcón *et al.* (2008), o LPS é uma ferramenta eficaz para melhorar a confiabilidade do planejamento de projetos. Esses autores identificaram melhorias de desempenho entre 7% e 48% em empresas que adotaram o LPS combinado a outras práticas *Lean*. Wambeke, Liu e Hsiang (2012) observaram em

seus estudos que, em comparação à abordagem tradicional de planejamento e controle, a aplicação do LPS contribuiu para a redução da variação do fluxo e para a melhoria de desempenho do projeto, proporcionando uma produtividade até 35% maior que a do modelo convencional.

Em uma tradução simples, o LPS pode ser entendido como o Sistema do Último Planejador. Nessa abordagem, considera-se como o último planejador o responsável por enfrentar os problemas cotidianos da obra, ou seja, a pessoa responsável por atribuir as tarefas diretamente aos trabalhadores, e que conhece como as atividades devem ser executadas e as condições e os recursos que deverão ser utilizados para isso (PONS; RUBIO, 2019).

Diferentemente do planejamento tradicional, que normalmente é realizado pelos gestores ou chefes de obra de maneira isolada, quase sem levar em consideração as informações e experiências dos trabalhadores de níveis operacionais, no LPS há a integração de profissionais de todos os ofícios envolvidos no projeto. Isso contribui para a identificação da realidade concreta da obra, pois são considerados os aspectos relativos ao pessoal, aos meios disponíveis e ao rendimento das equipes de trabalho, possibilitando um planejamento que atribui e garante todos os recursos necessários para a efetiva execução do que foi proposto (PONS; RUBIO, 2019). A Figura 7 representa um exemplo de reunião semanal de planejamento colaborativo utilizando a abordagem LPS.

Figura 7 - Reunião semanal de planejamento colaborativo



Fonte: Pons e Rubio (2019).

Além das aplicações do *Lean Construction* para o planejamento e controle dos processos nas obras, é possível observar a adaptação das diversas ferramentas desenvolvidas no *Lean Manufacturing* para a Construção Civil.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentadas duas diferentes aplicações para a ferramenta 5S. A utilização dos 5S nos diversos espaços do canteiro de obras melhora a organização, a segurança e a transparência dos processos, proporcionando melhorias na execução das tarefas, na diminuição de desperdícios e na prevenção de acidentes.

Figura 8 - 5S na organização do canteiro de obras



Fonte: Mourão e Valente (2013).

Figura 9 - 5S na organização do almoxarifado



Fonte: Mourão e Valente (2013).

As Figura 10 e 11 apresentam exemplos da utilização de dispositivos *Kanban* para a gestão visual dos processos. Na Figura 10 o *Kanban* é utilizado para controlar a quantidade mínima de material que deve ser mantida em estoque para que não haja interrupções nas atividades de execução. A Figura 11 representa o uso de dispositivos *Kanban* para o gerenciamento da produção de argamassas e concretos, que além de facilitar o entendimento dos operadores, também contribui para o nivelamento da produção no canteiro de obras (TEZEL *et al.*, 2015).

Figura 10 - *Kanban* de estoque mínimo



Fonte: Mourão e Valente (2013).

Figura 11 - *Kanban* de produção de argamassas e concretos



Fonte: Mourão e Valente (2013).

A Figura 12 apresenta a utilização de painéis *Andon* para o acompanhamento da produção. O *Andon* contribui para a visualização das atividades que estão sendo realizadas e alerta sobre possíveis inconformidades. Ao identificar uma parada na produção, a equipe imediatamente procura soluções para minimizar o tempo de quebra da atividade (MOURÃO; VALENTE, 2013).

Figura 12 - Paineis *Andon*



Fonte: Mourão e Valente (2013).

Na Figura 13 são apresentadas aplicações do *Poka-yoke* na execução de alvenarias e no chumbamento de pia. A utilização de dispositivos *Poka-yoke* pode servir para diminuir a variabilidade do processo e evitar retrabalho nos processos construtivos.

Figura 13 - *Poka-yoke* de atividades de construção



Fonte: Mourão e Valente (2013).

No Quadro 1 é apresentada uma visão esquemática proposta por Picchi (2003), que relaciona os objetivos e princípios do *Lean Thinking* com os elementos fundamentais e exemplos de aplicação de ferramentas *Lean* na Construção Civil.

Quadro 1 - Objetivos, princípios, elementos fundamentais e ferramentas *Lean*

Objetivos	Princípios	Elementos fundamentais	Exemplos de ferramentas
<p>Melhorar continuamente a competitividade da empresa através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eliminação dos desperdícios; - Consistentemente atender aos requisitos dos clientes em variedade, qualidade, tempo e preço. 	Valor	Pacote produto/serviço de valor ampliado	- Variedade de produtos planejada
		Redução de <i>Lead Times</i>	- Engenharia simultânea
	Fluxo de valor	Alta agregação de valor na empresa estendida	- Mapeamento do fluxo de valor - Parcerias com fornecedores
	Fluxo	Produção em fluxo	- Células de trabalho - Pequenos lotes - TPM (Manutenção para Produtividade Total) - Qualidade na fonte - <i>Poka-yoke</i> (dispositivos à prova de erro)
		Trabalho padronizado	- Gráfico de balanceamento de operador - Gerenciamento visual
	Puxar	Produção e entrega <i>Just-in-time</i>	- <i>Takt time</i> (ritmo demanda) - <i>Kanban</i> - Nivelamento da produção
		Recursos flexíveis	- <i>Set-up</i> rápido - Equipamentos flexíveis - Multifuncionalidade de operadores
	Perfeição	Aprendizado rápido e sistemático	- Equipes autogerenciáveis - Cinco por quês - Programa de sugestões - 5S
		Foco comum	- Compromisso da direção da empresa com os funcionários - Treinamento de todos na empresa e fornecedores nos princípios e ferramentas <i>Lean</i> - Simplicidade na comunicação

Fonte: Picchi (2003).

Ainda que as ferramentas *Lean* auxiliem nas atividades de planejamento e execução das obras, o *Lean Construction* não deve ser encarado apenas como um conjunto de procedimentos e regras, mas sim como uma nova perspectiva de produção que visa a redução de desperdícios e melhoria contínua de todos os processos da organização (HIROTA *et al.*, 2000).

Desse modo, a adoção do *Lean Construction* pode ser vista como uma importante estratégia para alavancar, tanto a nível nacional quanto internacional, a indústria da Construção Civil, já que empresas desse setor têm obtido ganhos consideráveis de produtividade e qualidade em suas obras ao implementar as práticas *Lean* (GÓES *et al.*, 2021).

É importante ressaltar que, embora a perspectiva *Lean* tenha como objetivo a perfeição, o setor da Construção Civil apresenta diferenças consideráveis da indústria manufatureira. Nas construções, as fábricas não são fixas e o local de produção muda a cada empreendimento. Além disso, há alta rotatividade de trabalhadores e uma baixa repetitividade dos projetos (BARROS; NETO, 2008). Esses fatores contribuem para uma maior incerteza na execução das obras, cabendo às empresas efetivarem ações de padronização e capacitação de trabalhadores para minimizarem os efeitos da variabilidade dos processos (FORMOSO, 2002).

Nesse sentido, a qualificação dos trabalhadores é um ponto fundamental para o êxito da aplicação da filosofia *Lean* na Construção Civil. Góes *et al.* (2021) relatam que o principal fator que prejudica uma maior disseminação do *Lean Construction* na indústria da Construção Civil brasileira é a falta de capacitação dos profissionais e dos fornecedores envolvidos nos projetos de construção.

2.3 CAPACITAÇÃO EM *LEAN CONSTRUCTION*

A capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction* enfrenta alguns desafios, já que essa nova perspectiva de produção envolve mudanças nos modelos mentais e nas práticas consolidadas ao longo do tempo. Alves, Milberg e Walsh (2012) identificaram três principais desafios relacionados à disseminação dos conceitos *Lean* na Construção Civil.

O primeiro desafio está relacionado a uma necessidade de definir de forma mais precisa o que o *Lean* significa. De acordo com Alves, Milberg e Walsh (2012), é importante oferecer uma compreensão holística acerca do que o termo *Lean*

representa, para que haja uma base de conceitos na qual suas práticas possam ser disseminadas com profissionais da Construção Civil e da comunidade como um todo. Isso pode beneficiar não só empresas privadas que queiram agregar valor e eliminar desperdícios de suas obras, mas também o setor público, que pode executar projetos que atendam às necessidades da população com o uso mais eficiente dos recursos públicos (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

O segundo desafio diz respeito à colaboração entre acadêmicos e profissionais da indústria da Construção Civil. Segundo Alves, Milberg e Walsh (2012), deve haver um trabalho colaborativo entre docentes e pesquisadores com empresas e profissionais que estão implementado ou já implementaram as práticas *Lean* em suas organizações, de modo que a academia possa ser beneficiada pelas experiências práticas da indústria e as empresas possam obter uma validação de seus ganhos a partir de estudos científicos, contribuindo para melhorias de todo o setor.

O terceiro desafio identificado por Alves, Milberg e Walsh (2012) está baseado no esforço necessário para envolver as pessoas em experiências de aprendizagem significativas, evitando que o *Lean Construction* seja visto como uma moda passageira na indústria da Construção Civil. Nesse aspecto, o compartilhamento de experiências, sucessos e fracassos podem contribuir para que sejam propostas novas abordagens que proporcionem avanços na disseminação dos conceitos *Lean* na Construção Civil (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

Considera-se que o treinamento de profissionais é fundamental para a implementação dos princípios *Lean* nas operações da Construção (ANTONY; ANANDH; SIDDHART, 2019; WANG *et al.*, 2020). Para uma maior disseminação dos conceitos *Lean* em todo o setor, a capacitação deve ocorrer tanto na indústria, quanto nas universidades, e deve proporcionar conhecimentos aprofundados sobre a aplicação dos conceitos *Lean* em canteiros de obras (ANTONY; ANANDH; SIDDHART, 2019).

Alves, Milberg e Walsh (2012) sugerem que, nas universidades, os princípios e ferramentas do *Lean Construction* sejam ensinados em disciplinas específicas ou introduzidos em unidades curriculares já existentes. Para a capacitação de profissionais, esses autores recomendam que as associações profissionais organizem seminários e oficinas que possam contribuir para a formação continuada dos trabalhadores de AEC (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

Embora existam estudos que analisem o ensino do *Lean Construction* em universidades, ainda são poucas as discussões acerca de projetos de curso que abordem os conteúdos e metodologias necessários para a capacitação de profissionais e estudantes de AEC.

A elaboração de um currículo padronizado pode contribuir para a maior implementação do *Lean* na indústria da Construção Civil, já que capacitação de profissionais de forma isolada e fragmentada não é suficiente para disseminar essa nova perspectiva de produção em todo o setor (KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019). Nesse sentido, o currículo elaborado deve levar em consideração o desenvolvimento e as características da indústria local, sendo atualizado periodicamente para acompanhar os avanços e inovações tecnológicas da Construção Civil, uma vez que a melhoria contínua é um princípio básico da filosofia *Lean* (ANTONY; ANANDH; SIDDHART, 2019; KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019).

Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir (2019) observaram que especialistas em *Lean Construction* que atuam na indústria consideram que a capacitação em conceitos *Lean* deve focar principalmente na resolução de problemas como a baixa produtividade e os desperdícios em canteiros de obras. Além disso, esses especialistas apontam que os cursos oferecidos pelas universidades deveriam apresentar aos estudantes a importância do trabalho em equipe e da colaboração entre profissionais para o sucesso da implementação da filosofia *Lean*. Outro ponto destacado pelos especialistas foi que apenas o estudo teórico de conceitos relativos ao *Lean* não é suficiente para compreender sua aplicação nas Construção Civil (KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019).

Dessa forma, considerando as competências e habilidades necessárias para o exercício profissional de trabalhadores de AEC, os programas de capacitação devem promover reflexões a partir situações observadas em canteiros de obras, que possibilitem aos estudantes a aplicação dos conhecimentos adquiridos em casos reais (CASTELLANOS; GUZMÁN; RUIZ, 2019; KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019). Para que isso ocorra, devem ser empregadas estratégias que fomentem pensamento crítico, solução de problemas, compromisso social, trabalho em equipe e habilidades de comunicação. Desse modo, as estratégias de reflexão podem contribuir para o entendimento das práticas *Lean* e suas implicações na qualidade

final das obras e na redução de desperdícios (CASTELLANOS; GUZMÁN; RUIZ, 2019).

A interação proporcionada por programas de capacitação pode beneficiar não só os estudantes e profissionais em treinamento, mas também as empresas de Construção Civil, que terão a oportunidade de aprender a partir de situações de inconformidade e melhorar suas práticas de gestão de conhecimento. Além de fortalecer a compreensão e aplicabilidade dos conceitos *Lean*, a análise e reflexão acerca de problemas cotidianos das obras pode auxiliar na aprendizagem contínua da organização (LEHTOVAARA; SEPPÄNEN; PELTOKORPI, 2019).

Nesse sentido, para que os profissionais envolvidos nos processos de construção sejam capazes de identificar e compartilhar oportunidades de melhorias, é necessário um treinamento adequado, que desenvolva habilidades individuais que garantam a transferência e a disseminação do conhecimento obtido a partir das experiências desses profissionais (SAINI; ARIF; KULONDA, 2018).

Como formas de abordagem para capacitar profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*, Antony, Anandh e Siddhart (2019) sugerem que sejam adotadas metodologias ativas, tais como simulações, jogos, visitas técnicas e discussões em grupo, de modo a facilitar a aplicação prática dos conceitos.

Herrera *et al.* (2019) relatam que a combinação de aulas teóricas com jogos pode melhorar os resultados de aprendizagem dos conceitos do *Lean Construction*. Enquanto as aulas teóricas fornecem uma base de conhecimentos acerca do *Lean Construction*, os jogos podem demonstrar a aplicabilidade dos princípios e ferramentas *Lean* na Construção Civil (HERRERA *et al.*, 2019).

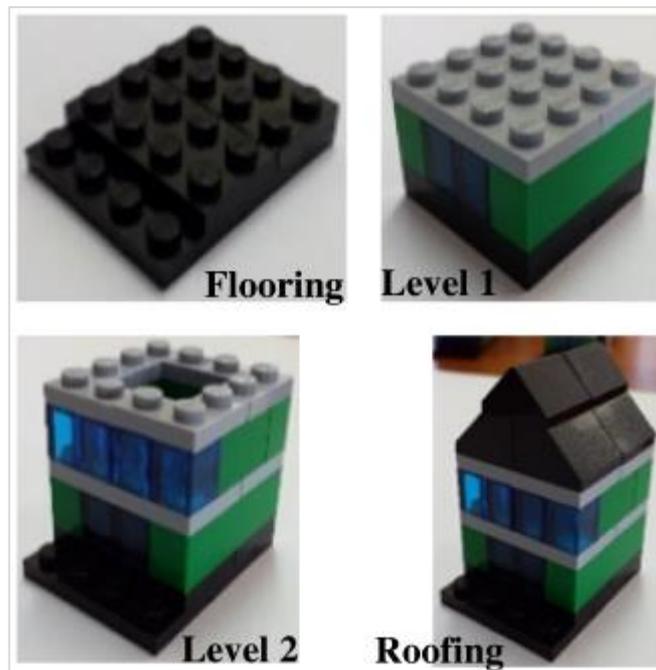
De acordo com Hamnzeh *et al.* (2017), os jogos podem contribuir para o aprimoramento da aprendizagem dos alunos de AEC, já que podem melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos e aumentar a compreensão dos conceitos do *Lean Construction* e suas aplicações no mundo real. Observa-se que a adoção de jogos de simulação como método de ensino aumenta o nível de satisfação dos alunos, já que facilitam a aprendizagem e geram maior entusiasmo nos estudantes (HAMNZEH *et al.*, 2017).

Gonzalez *et al.* (2015) consideram que a utilização de jogos pode apoiar a disseminação de conceitos *Lean* na indústria da Construção Civil. No entanto, esses autores ponderam que os jogos não devem ser simplistas demais, a ponto de impedir uma aprendizagem abrangente acerca princípios e ferramentas *Lean*, e, por outro

lado, não devem ser muito complexos, de modo que as simulações sejam muito difíceis de serem reproduzidas em ambientes universitários ou profissionais (GONZALES *et al.*, 2015). Além disso, os jogos devem ser criteriosamente selecionados de acordo com os objetivos da capacitação, já que cada jogo aborda conceitos *Lean* distintos, em diferentes níveis de profundidade (HERRERA *et al.*, 2019).

Considerando esses fatores, Gonzalez *et al.* (2015) elaboraram o jogo LEBSCO, que aborda a aplicação do LPS e dos princípios *Lean* no processo construtivo. O objetivo do jogo é realizar o gerenciamento e a execução de pequenas casas que são construídas a partir de blocos de plástico que se encaixam uns nos outros, conforme disposto na Figura 14. Em uma primeira rodada é utilizada uma abordagem tradicional para a realização das tarefas de montagem. Em seguida, são realizados os mesmos procedimentos de construção utilizando a abordagem *Lean* (GONZALES *et al.*, 2015).

Figura 14 - Sequência de construção LEBSCO



Fonte: Gonzalez *et al.* (2015).

Gonzalez *et al.* (2015) relatam que, após a aplicação do LEBSCO com alunos de graduação e pós-graduação da área de Construção Civil, aferiu-se uma melhoria média de 54,3% na compreensão dos princípios do *Lean Construction* e do LPS. De forma qualitativa, observou-se que a aplicação do LEBSCO estimulou a interação e colaboração entre os participantes, contribuindo para que a experiência de aprendizagem fosse mais significativa e agregadora. Além disso, houve *feedback*

positivo dos participantes, que consideraram o LEBSCO como um método estruturado e eficaz para capacitar profissionais de AEC (GONZALES *et al.*, 2015).

Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir (2019) verificaram que especialistas em *Lean Construction* consideram que a utilização de jogos pode facilitar a compreensão dos conceitos *Lean*, entretanto, destacaram que a realização de atividades que visam a solução de problemas concretos de obras pode beneficiar ainda mais o entendimento das práticas do *Lean Construction*.

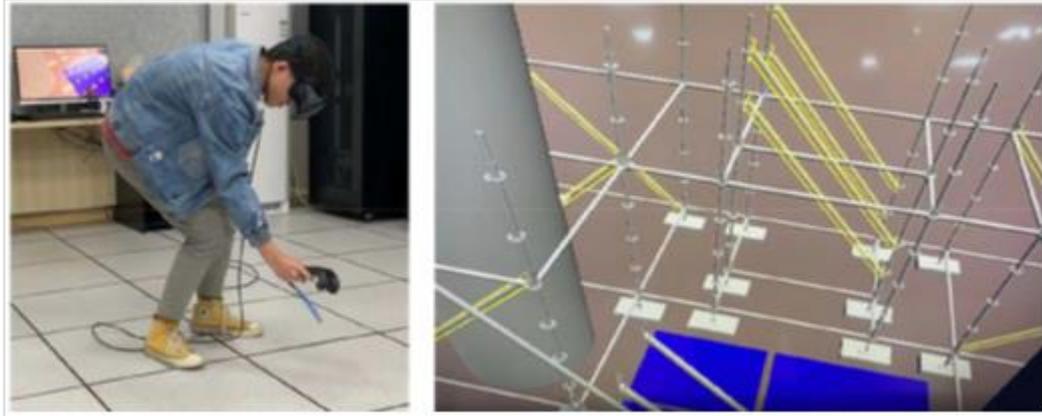
Ainda que o uso de jogos para o ensino de conceitos do *Lean Construction* represente uma oportunidade para capacitação de profissionais e estudantes da AEC, deve-se levar em conta que a adoção dessa ferramenta exige treinamento e testes para que seja aplicada adequadamente (HAMZEH *et al.*, 2017). Além disso, nem todos os estudantes podem apresentar a mesma facilidade de compreensão ao serem empregados jogos no processo de ensino. Isso ocorre devido às preferências de aprendizagem dos próprios alunos ou até mesmo a limitações desse tipo de ferramenta. Dessa forma, é recomendável que nos programas de capacitação em *Lean Construction* sejam aplicadas metodologias variadas, de modo a atender aos diferentes tipos de aprendizagem e estimular as habilidades de comunicação e pensamento crítico dos estudantes (HAMZEH *et al.*, 2017).

Wang *et al.* (2020), relatam que a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM), ou Mapeamento do Fluxo de Valor, vem sendo cada vez mais utilizada para capacitar estudantes e profissionais de AEC. O VSM é uma ferramenta visual, que ilustra na forma de um fluxograma as atividades que agregam ou não valor que são realizadas para a obtenção de um produto que atenda às necessidades dos clientes. A capacitação em VSM, além de auxiliar na compreensão dos conceitos *Lean*, contribui para que os profissionais em treinamento utilizem a ferramenta para a solução de problemas em situações cotidianas (WANG *et al.*, 2020).

Levando em conta os benefícios relacionados à adoção do VSM em programas de qualificação, Wang *et al.* (2020) propuseram um treinamento para a capacitação de estudantes de engenharia em conceitos *Lean* combinando VSM e realidade virtual. Esse treinamento se baseou em simular o processo de montagem de andaimes para realização de manutenção de elementos de uma indústria de gás, conforme apresentado na Figura 15. Verificou-se que os estudantes que receberam treinamento com a aplicação do VSM obtiveram uma produtividade 12% maior que aqueles que receberam instruções convencionais para execução das operações de montagem dos

andaimos no ambiente virtual. Além do benefício produtivo, a utilização da ferramenta VSM contribuiu para a identificação de erros e para a redução de desperdícios no processo (WANG *et al.*, 2020).

Figura 15 - Operação de montagem de andaimes em ambiente virtual



Fonte: Gonzalez *et al.* (2015).

Embora Wang *et al.* (2020) tenham obtido bons resultados combinando VSM e realidade virtual, esses autores ressaltam que a capacitação foi realizada em um cenário simplificado, com estudantes com idade entre 20 e 22 anos de idade. Na realidade das obras, a situação é bastante distinta, há profissionais de diversas idades, aptidões e culturas. Além disso, as precauções relacionadas à segurança e ergonomia não foram consideradas no treinamento (WANG *et al.*, 2020).

A utilização de realidade virtual para a capacitação de profissionais pode aumentar a motivação e o engajamento dos participantes, já que proporciona maior realismo na simulação das atividades de construção. Entretanto, é importante destacar que se trata de uma tecnologia de elevado custo, que envolve investimentos não só em equipamentos, mas também para o desenvolvimento de ambientes virtuais que simulem obras de construção. Esses fatores não inviabilizam o uso de realidade virtual, que deve ser reconhecida como uma importante ferramenta para a capacitação de profissionais de construção, mas demonstram que, até o presente momento, essa tecnologia ainda não está acessível à maior parte das instituições de ensino.

No Brasil, observou-se nos últimos anos um crescimento de iniciativas que visam disseminar a filosofia *Lean* na Construção Civil. Romanel e Freitas (2011) desenvolveram o jogo “Desafiando a Produção” para o ensino de *Lean Construction*, Panaino (2015) promoveu um programa de capacitação em *Lean Construction* para trabalhadores operacionais da construção, Alvarenga, Silva e Mello (2017) investigaram os obstáculos para a disseminação das abordagens *Building Information*

Modeling (BIM) e *Lean* na Construção Civil brasileira, Souza (2018) elaborou uma animação educacional para trabalhadores operacionais com base no *Lean Construction*, Matuszak (2020) investigou a inclusão de práticas *Lean* em cursos de engenharia civil e Pacheco (2020) organizou um curso de curta duração na modalidade EAD sobre gestão *Lean* na Construção Civil.

Analisando os estudos realizados por pesquisadores de diferentes localidades e contextos, é possível depreender que a realização de cursos de qualificação profissional é uma forma eficaz de capacitar estudantes e profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*. Nesses cursos devem ser priorizadas metodologias ativas de aprendizagem, em detrimento de uma formação estritamente teórica e expositiva. As metodologias adotadas devem ser capazes de estimular a proatividade e o trabalho em equipe, gerar situações de tomadas de decisão e oferecer materiais relevantes aos estudantes (MORÁN, 2015). Abordagens como jogos, desafios, simulações, estudos de caso, visitas técnicas, ou, até mesmo, realidade virtual, podem ser utilizadas para potencializar o processo de aquisição e aplicação dos conhecimentos em *Lean Construction*.

Um outro aspecto importante para a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction* é o estabelecimento de cooperação entre organizações profissionais e instituições de ensino e pesquisa. O compartilhamento de conhecimentos e experiências entre profissionais e acadêmicos do setor da Construção Civil pode contribuir para que ambos se beneficiem de inovações e melhores práticas do *Lean Construction*. Além disso, essa cooperação pode contribuir para a formação de profissionais mais qualificados, que atendam às demandas emergentes da Construção Civil.

2.4 CURSOS DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

A expressão “qualificação profissional” tem sido utilizada em todo o mundo para caracterizar as ações de preparo para o trabalho, tanto em níveis iniciais quanto em níveis ocupacionais mais elevados (BRASIL, 2018a).

No Brasil, os cursos de formação continuada ou qualificação profissional são regulamentados, principalmente, pela Lei nº 9.394/1996 (BRASIL, 1996), que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), pelo Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004), que regulamenta dispositivos da Educação Profissional

e Tecnológica da LDB, pela Lei nº 11.741/2008 (BRASIL, 2008a), que altera dispositivos da Educação Profissional e Tecnológica da LDB, pelo Decreto nº 8.268/2014 (BRASIL, 2014), que altera o Decreto nº 5.154/2004 e regulamenta dispositivos da Educação Profissional e Tecnológica da LDB, e pela Resolução CNE/CP nº 1/2021 (BRASIL, 2021), que define as diretrizes curriculares nacionais gerais para a Educação Profissional e Tecnológica.

A qualificação profissional abrange as ações de capacitação, aperfeiçoamento e atualização e pode ser realizada em todos os níveis de escolaridade. Os cursos de qualificação têm como propósito preparar jovens e adultos para a vida social e produtiva, promovendo a inserção e reinserção de profissionais no mundo do trabalho (BRASIL, 2018b).

Em suma, a regulamentação estabelece que os cursos de qualificação profissional de trabalhadores deverão ser ofertados de forma a atender às demandas de capacitação, atualização e aperfeiçoamento de acordo com os arranjos produtivos locais, podendo estar sujeitos a avaliação, reconhecimento e certificação por parte das instituições que os ofereçam (BRASIL, 1996; BRASIL, 2004; BRASIL, 2008a; BRASIL, 2021).

De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2018b), as seguintes instituições podem oferecer cursos de formação inicial e continuada ou qualificação profissional:

- As redes federal, estaduais, distrital e municipais de educação profissional e tecnológica;
- Os Serviços Nacionais de Aprendizagem (SNAs);
- Instituições privadas de educação profissional e tecnológica;
- Escolas habilitadas para oferta de cursos no Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec).

Nesse cenário, os Institutos Federais de Educação Profissional, Científica e Tecnológica surgem como instituições de destaque para o atendimento de demandas sociais e profissionais das regiões onde estão inseridos.

Dentre as finalidades dos Institutos Federais, pode-se destacar:

Ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional (BRASIL, 2008b, p. 4).

Além disso, consta como um dos objetivos dos Institutos Federais:

Ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica (BRASIL, 2008b, p. 4).

Em geral, os Institutos Federais oferecem qualificação profissional por meio de ações de extensão para a comunidade ou por meio de acordos de cooperação com empresas.

Considerando a extensão da vida profissional dos trabalhadores e as constantes inovações tecnológicas que vêm ocorrendo nos últimos anos, a oferta de qualificação profissional por Institutos Federais atende à necessidade de formação ao longo da vida produtiva, incorporando novos conhecimentos e tecnologias essenciais para o exercício profissional.

3 METODOLOGIA

A pesquisa científica é realizada quando se pretende encontrar respostas para um problema que ainda não dispõe de informações suficientes para ser solucionado. A efetuação de uma pesquisa pressupõe a aplicação de um conjunto de procedimentos técnicos e racionais, que atendam aos critérios científicos de coerência, consistência, originalidade e objetivação (MORESI, 2003).

Os procedimentos formais escolhidos para a realização da pesquisa devem estar adequados ao problema, a suas hipóteses e à população estudada, de modo que favoreçam a descoberta da realidade ou de verdades parciais (MARCONI; LAKATOS, 2021).

Na metodologia são descritos os instrumentos e procedimentos que serão utilizados para atender aos propósitos da pesquisa. Nessa fase, são definidos o tipo de pesquisa, a população analisada, a amostragem, os instrumentos para a coleta de informações e a forma de análise dos dados obtidos (SILVA; MENEZES, 2005).

Assim, neste capítulo, são apresentados as classificações da pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados em cada etapa para a consecução dos objetivos do trabalho.

3.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA

Existem várias maneiras de classificar uma pesquisa científica. De acordo com Silva e Menezes (2005), uma pesquisa pode ser classificada quanto à natureza, à abordagem, aos objetivos e aos procedimentos técnicos utilizados.

Do ponto de vista da natureza, a presente pesquisa está classificada como aplicada, pois está associada a um problema concreto e visa gerar conhecimentos para aplicação prática (MORESI, 2003).

No que se refere à abordagem, esta pesquisa se classifica como quantitativa, pois traduz informações e opiniões em números para que sejam interpretados e avaliados e, também, qualitativa, já que busca analisar de forma aprofundada as percepções individuais dos participantes acerca do objeto da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005; MARCONI; LAKATOS, 2022).

Do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa tem caráter exploratório, pois almeja explorar um problema de modo que se torne claro e possibilite a construção

de hipóteses para a sua resolução e, também, tem caráter descritivo, pois visa descrever opiniões obtidas a partir da aplicação de instrumentos padronizados para a coleta de dados (GIL, 2017).

Com relação aos procedimentos técnicos, foram empregadas, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica, realizada por meio do levantamento e análise de publicações científicas disponíveis em diferentes meios, e uma pesquisa documental, realizada a partir da coleta e análise de documentos oficiais e outras fontes primárias de informação (SEVERINO, 2013). Após a elaboração da proposta preliminar e do questionário para avaliação dessa proposta, foi realizado um painel de especialistas, que possibilitou a validação de conteúdo do instrumento e a análise da proposta por meio da interação entre os participantes e os diferentes conhecimentos envolvidos no projeto (STRUCHINER; RICCIARDI; VETROMILLE, 1998).

3.2 ETAPAS E MÉTODOS DA PESQUISA

3.2.1 Revisão narrativa de literatura

De acordo com Silva e Menezes (2005), o processo de revisão de literatura se baseia em levantar e analisar publicações que abordem o tema ou o problema da pesquisa. Por meio desse processo, é possível obter os conhecimentos necessários para o embasamento da pesquisa e o seu desenvolvimento.

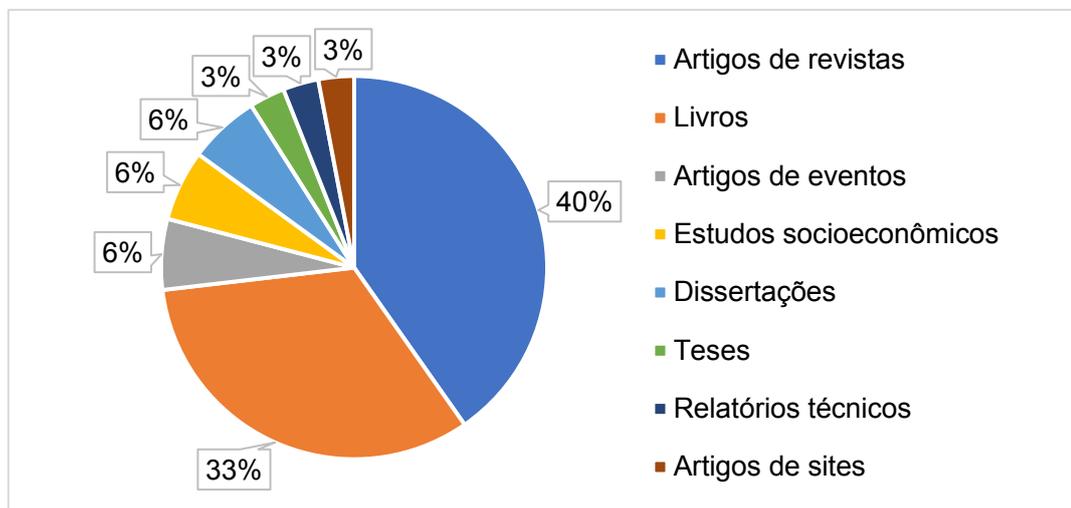
Neste trabalho, a revisão de literatura foi realizada de duas formas distintas. A primeira delas foi a realização de uma revisão narrativa de literatura, que se baseou em coletar e analisar publicações para fornecer um embasamento teórico sobre os principais assuntos abordados na pesquisa. Ainda que os critérios de seleção de fontes bibliográficas seja mais subjetivo na revisão narrativa – também conhecida como revisão tradicional –, esse tipo de pesquisa é útil para a obtenção de conhecimentos gerais sobre um determinado assunto (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

Para realizar a revisão narrativa, buscou-se selecionar obras de pesquisadores de destaque para cada assunto abordado. Considerou-se como autores de destaque aqueles que possuíam vasto número de citações e publicações em suas respectivas áreas de atuação. Além dos trabalhos de autores de maior visibilidade, foram

selecionadas publicações recentes, de modo que fosse possível obter conhecimentos atualizados sobre os assuntos abordados.

Ao todo, no processo de revisão narrativa de literatura, foram utilizados como referências 27 artigos publicados em revistas científicas, 22 livros, 4 artigos apresentados em eventos, 4 estudos socioeconômicos, 4 dissertações, 2 teses, 2 relatórios técnicos e 2 artigos disponibilizados em *sites*, perfazendo um total de 73 publicações. Essas obras foram coletadas, principalmente, nos *sites* do Portal de Periódicos da Capes, do Google Acadêmico e da Minha Biblioteca – serviço de biblioteca virtual disponibilizado pela Universidade de Taubaté a seus alunos. A distribuição por categoria das obras selecionadas está apresentada na Figura 16.

Figura 16 - Distribuição por categorias das obras selecionadas



Fonte: Próprio autor (2022).

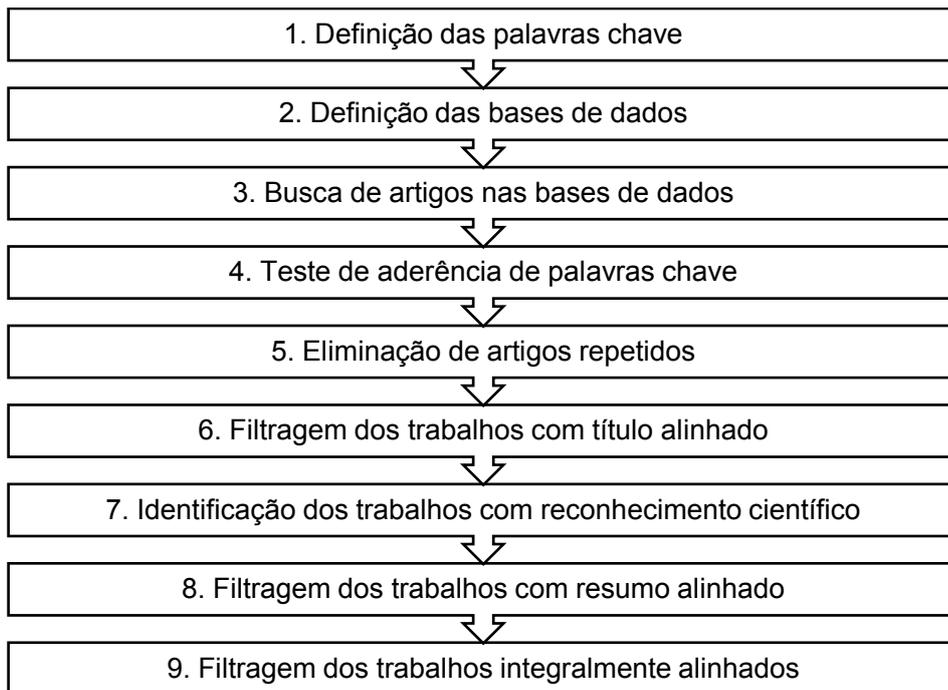
3.2.2 Revisão sistemática de literatura

A segunda forma de realização de revisão de literatura baseou-se na aplicação de processos estruturados para coleta, classificação e seleção de trabalhos relevantes. Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011), a aplicação de uma abordagem sistemática à pesquisa bibliográfica possibilita a obtenção resultados com maior rigor e confiabilidade.

De acordo com Cordeiro *et al.* (2007), o ponto de partida da revisão sistemática de literatura é a estruturação de uma pergunta específica bem definida. Assim, por meio dessa investigação, buscou-se responder a seguinte questão: “Como capacitar profissionais de AEC em *Lean Construction*?”.

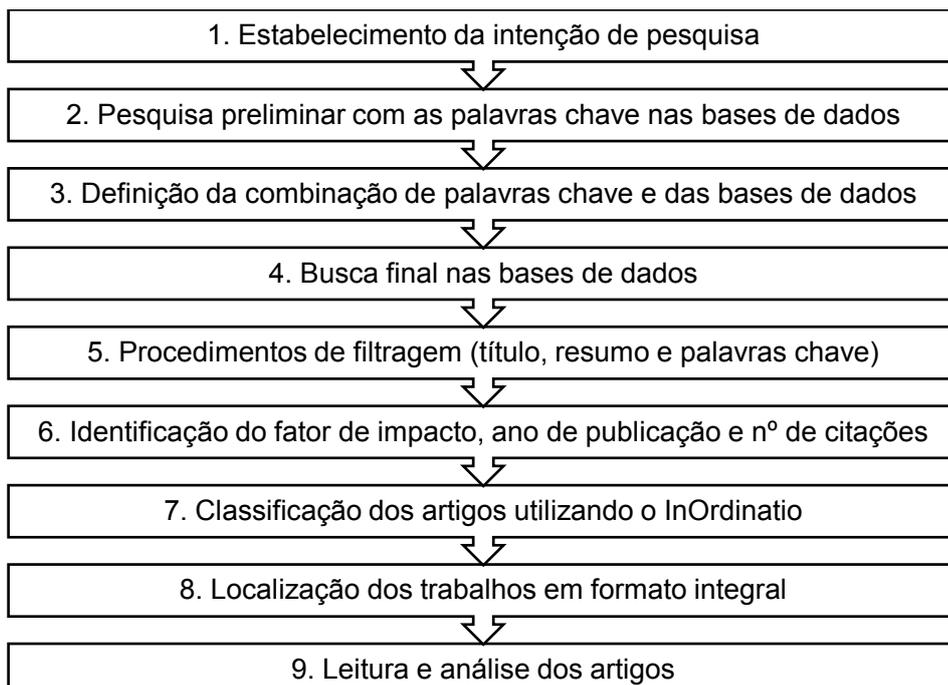
A seleção das publicações relevantes para a pesquisa foi realizada por meio da aplicação processos estruturados Proknow-C (TASCA *et al.* 2010; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012) e Methodi Ordinatio (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2017). A Figura 17 apresenta as principais atividades do Proknow-C e a Figura 18 apresenta as atividades propostas pela Methodi Ordinatio.

Figura 17 - Resumo das etapas do Proknow-C



Fonte: Adaptado de Afonso *et al.* (2011).

Figura 18 - Etapas da Methodi Ordinatio



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2017).

Embora sejam distintos, principalmente no que se refere à forma de classificar a relevância dos artigos, o Proknow-C e a Methodi Ordinatio possuem algumas atividades em comum. Dessa forma, buscou-se identificar essas atividades e aplicar os processos de forma concomitante, de modo a otimizar os esforços empreendidos na pesquisa.

Assim, a revisão sistemática foi organizada em quatro etapas, de modo que atendesse a todas as atividades propostas em cada um dos processos, sendo elas: investigação preliminar, filtragem e seleção dos artigos, definição do portfólio bibliográfico final e análise das publicações. O detalhamento de cada uma dessas etapas está descrito a seguir.

3.2.2.1 *Investigação preliminar*

Inicialmente, considerando a linha de pesquisa da revisão sistemática, foi estabelecida a intenção da pesquisa, que ficou definida como: selecionar e analisar um portfólio bibliográfico de artigos científicos sobre o tema “Capacitação em *Lean Construction*”. Para esse tema, foram identificados dois eixos de pesquisa: Capacitação e *Lean Construction*. Para cada eixo, foram selecionadas as palavras-chave para a realização da busca preliminar nas bases de dados, conforme descrito a seguir:

- Capacitação: *capacitation, training, qualification*;
- *Lean Construction*: *lean, construction*.

É importante destacar que as palavras “*lean*” e “*construction*” não foram buscadas na forma restrita “*lean construction*”, pois, ao buscá-las separadamente, pôde-se obter mais resultados envolvendo os assuntos da pesquisa, já que não necessariamente precisavam apresentar as palavras juntas e em sequência.

As palavras-chave selecionadas foram combinadas para a realização da pesquisa exploratória em diferentes bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos da Capes. A *string* de busca ficou definida como: “(*capacitation OR training OR qualification*) AND (*lean AND construction*)”. Após a realização das buscas nas bases de dados, identificou-se que as bases Scopus e Web of Science possuíam maior aderência ao tema da pesquisa, pois abrangiam um maior volume de publicações e possibilitavam melhor acesso aos materiais de interesse.

Com a identificação das bases de dados mais alinhadas ao tema, realizou-se uma busca nessas bases, restringindo a *string* ao título, palavra-chave e resumo dos artigos. Além disso, delimitou-se a busca a artigos publicados a partir do ano de 1992, pois foi quando surgiram os primeiros trabalhos abordando o tema *Lean Construction*. Após realizar a busca com essas delimitações nas bases de dados selecionadas, foram identificados 42 artigos de interesse na base Scopus e 49 artigos na base Web of Science.

Ao realizar a leitura não estruturada das palavras-chave de alguns artigos alinhados ao tema, foram identificadas outras palavras-chave de interesse para a pesquisa, conforme descrito a seguir para cada um dos eixos:

- Capacitação: *teaching, learning, education, course*;
- *Lean Construction*: *last planner*.

As novas palavras-chave foram incorporadas à *string* e novamente foi realizada a busca nas bases de dados. No Quadro 2 estão descritos os detalhes da busca em cada uma das bases:

Quadro 2 - Dados da busca definitiva nas bases de dados

Base de dados	Scopus	Web of Science
Termo de busca	TITLE-ABS-KEY ((capacitation OR training OR qualification OR teaching OR learning OR education OR course) AND ((lean AND construction) OR "last planner")) AND PUBYEAR > 1991 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))	TOPIC: ((capacitation OR training OR qualification OR teaching OR learning OR education OR course) AND ((lean AND construction) OR "last planner")) Refined by: DOCUMENT TYPES: (ARTICLE) Timespan: 1992-2021.
Data da busca	21/07/2021	21/07/2021
Nº de artigos	153	150

Fonte: Próprio autor (2022).

Assim, obteve-se um total de 303 artigos relacionados aos eixos da pesquisa que compoem o banco de artigos bruto. As referências desses 303 trabalhos foram importadas para o gerenciador de referências Mendeley.

3.2.2.2 Filtragem e seleção dos artigos

Com o uso da ferramenta para eliminar duplicatas do Mendeley, foram identificados 61 documentos repetidos, restando, então, 242 referências de artigos.

Com o auxílio do gerenciador de referências JabRef, foi criada uma planilha eletrônica no *software* Excel para dar continuidade ao processo de filtragem dos artigos. Após a organização dos artigos por nome dos autores em ordem alfabética, foi possível identificar mais 5 artigos repetidos. Assim, após a exclusão das referências desses artigos repetidos, restaram 237 trabalhos.

Os 237 artigos tiveram seus títulos lidos e analisados quanto ao seu alinhamento ao tema da pesquisa. No primeiro momento, foi realizada uma pré-seleção, em que foram identificados 94 artigos com títulos relacionados ao tema da pesquisa. No segundo momento, após a leitura criteriosa dos títulos e análise do periódico de publicação dos artigos pré-selecionados, 65 referências foram descartadas, restando 29 artigos alinhados ao tema da pesquisa. A partir desse ponto, foram realizados procedimentos distintos em cada processo para seleção dos trabalhos que iriam compor o portfólio de artigos relevantes.

Para a aplicação dos procedimentos do Proknow-C, foi criada uma planilha com as informações dos 29 artigos selecionados. Em seguida, os artigos foram ordenados em função do número de citações, do mais citado para o menos citado. Foram, então, selecionados os artigos com reconhecimento científico já comprovado. Esse critério se baseia no Princípio de Pareto e considera que uma parcela de aproximadamente 20% dos trabalhos pode representar até 80% do reconhecimento científico do conjunto de artigos (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Dessa forma, por esse critério, foram selecionados 9 artigos, cujo somatório de citações representava 81% do total de citações dos 29 artigos considerados. Após realizar a leitura do resumo dos 9 artigos selecionados, 3 trabalhos foram descartados, restando 6 artigos com reconhecimento científico já confirmado. Os autores desses 6 artigos foram selecionados para compor o banco de autores relevantes.

Em seguida, analisou-se a data de publicação dos 20 artigos que não foram selecionados pelo critério de reconhecimento científico. Dentre esses artigos, foram selecionados 9 trabalhos publicados nos últimos dois anos. Os outros 11 artigos que não foram selecionados por nenhum dos critérios anteriores, foram avaliados quanto a sua autoria. Dentre os artigos remanescentes, não foram encontradas publicações de pesquisadores que constavam no banco de autores relevantes. Procedeu-se então à leitura do resumo dos 9 artigos selecionados por serem recentes, 3 trabalhos foram descartados, restando 6 artigos.

Por fim, uniu-se, em um único repositório, os artigos com reconhecimento científico já comprovado e os artigos recentes, totalizando 12 artigos. Após a leitura integral dos artigos, verificou-se que todos estavam alinhados ao tema da pesquisa. Os artigos selecionados por meio da aplicação do Proknow-C estão dispostos no Quadro 3.

Quadro 3 - Portfólio bibliográfico selecionado por meio do Proknow-C

Autores	Título	Ano	Nº de citações
Alves, Milberg e Walsh	Exploring lean construction practice, research, and education	2012	107
Saini, Arif e Kulonda	Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes	2018	50
González <i>et al.</i>	LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	2015	33
Hamzeh <i>et al.</i>	Application of hands-on simulation games to improve classroom experience	2017	25
Lee <i>et al.</i>	Advancing impact of education, training, and professional experience on integrated project delivery	2014	22
Rybkowski <i>et al.</i>	Investigation into the nature of productivity gains observed during the airplane game lean simulation	2012	15
Herrera <i>et al.</i>	Impact of game-based learning on understanding lean construction principles	2019	8
Wang <i>et al.</i>	Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping	2020	7
Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir	Integrating lean construction into the civil engineering curriculum	2019	3
Lehtovaara, Seppänen e Peltokorpi	Improving the learning of design management operations by exploiting production's feedback: Design science approach	2019	1
Castellanos, Guzmán e Ruiz	Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering	2019	1
Antony, Anandh e Siddharth	An investigation into the evolution of lean construction, education in indian industries and universities	2019	0

Fonte: Próprio autor (2022).

Para a aplicação dos procedimentos de seleção da *Methodi Ordinatio*, além da análise dos títulos, verificou-se o alinhamento das palavras-chave e resumo dos 29 artigos alinhados ao tema da pesquisa. Após essa verificação, 8 trabalhos foram descartados, restando 21 artigos. Obteve-se, então, o número de citações de cada um desses artigos por meio de consulta ao Google Acadêmico.

Em seguida, identificou-se o fator de impacto dos periódicos de publicação de cada artigo. Foi utilizado como fator de impacto dos periódicos o CiteScore, já que essa métrica estava disponível para a maior parte dos artigos selecionados. Dos 21 artigos, 13 possuíam a métrica do CiteScore, 7 não possuíam nenhuma avaliação de fator de impacto e 1 possuía apenas a métrica do JCR, cujo valor foi utilizado por ter forma de cálculo semelhante ao CiteScore.

Na *Methodi Ordinatio*, a classificação dos artigos é feita com base no índice *InOrdinatio* de cada artigo. Esse índice é calculado levando-se em consideração o ano de publicação, o número de citações, o fator de impacto e o fator de ponderação α . Para esse último fator, é adotado um valor único para todos os artigos, que varia entre 0 e 10. Quanto mais alto o valor adotado, maior é a relevância dada a atualidade do artigo. Dessa forma, neste trabalho, foi atribuído o valor 10 para o fator de ponderação α , já que a atualidade dos artigos era bastante relevante para a pesquisa.

Após o cálculo do *InOrdinatio*, os artigos foram ordenados em função desse índice, do maior para o menor valor. Como na *Methodi Ordinatio* é o pesquisador quem define quantidade de artigos relevantes que são escolhidos para compor o portfólio bibliográfico, selecionou-se a mesma quantidade de artigos obtidos por meio da aplicação do Proknow-C. Assim, considerando os valores do *InOrdinatio* dos artigos, foram selecionados os 12 trabalhos melhor classificados. Após a localização e leitura integral dos artigos, verificou-se que todos estavam alinhados ao tema da pesquisa. Os artigos selecionados por meio da aplicação da *Methodi Ordinatio* estão dispostos no Quadro 4.

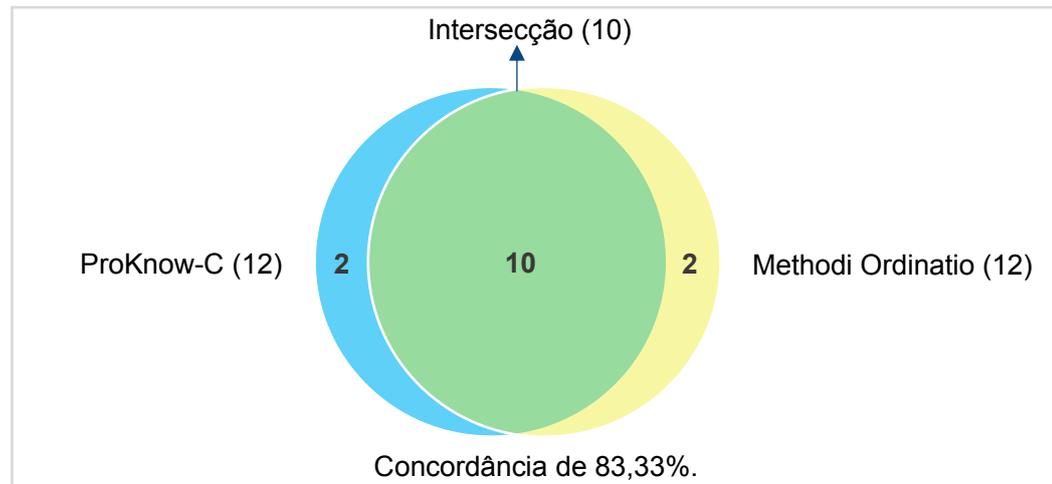
Quadro 4 - Portfólio bibliográfico selecionado por meio da Methodi Ordinatio

Autores	Título	Ano	InOrdinatio
Saini, Arif e Kulonda	Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes	2018	120,00
Alves, Milberg e Walsh	Exploring lean construction practice, research, and education	2012	117,00
Jing <i>et al.</i>	The application of dynamic game theory to participant's interaction mechanisms in lean management	2020	98,01
Wang <i>et al.</i>	Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping	2020	97,01
Herrera <i>et al.</i>	Impact of game-based learning on understanding lean construction principles	2019	88,00
Hamzeh <i>et al.</i>	Application of hands-on simulation games to improve classroom experience	2017	85,00
Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir	Integrating lean construction into the civil engineering curriculum	2019	83,00
Lehtovaara, Seppänen e Peltokorpi	Improving the learning of design management operations by exploiting production's feedback: Design science approach	2019	81,00
Castellanos, Guzmán e Ruiz	Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering	2019	81,00
Antony, Anandh e Siddharth	An investigation into the evolution of lean construction, education in indian industries and universities	2019	80,00
González <i>et al.</i>	LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	2015	73,00
Alvarenga, Silva, e Brito Mello	BIM and Lean Construction: The Evolution Obstacle in the Brazilian Civil Construction Industry	2017	66,00

Fonte: Próprio autor (2022).

3.2.2.3 Definição do portfólio bibliográfico final

Considerando os portfólios bibliográficos selecionados por meio da aplicação do Proknow-C e da Methodi Ordinatio, foi possível realizar uma análise da concordância entre os métodos. Para a definição do portfólio bibliográfico final, foram selecionadas as publicações que foram considerados relevantes para ambos os métodos, conforme disposto na Figura 19. Os artigos selecionados para comporem o portfólio bibliográfico final estão dispostos no Quadro 5.

Figura 19 - Intersecção dos artigos relevantes para ambos os métodos

Fonte: Próprio autor (2022).

Quadro 5 - Portfólio bibliográfico final

Autores	Título	Ano	País
Alves, Milberg e Walsh	Exploring lean construction practice, research, and education	2012	EUA
Antony, Anandh e Siddharth	An investigation into the evolution of lean construction, education in indian industries and universities	2019	Índia
Castellanos, Guzmán e Ruiz	Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering	2019	Colômbia
González <i>et al.</i>	LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	2015	Nova Zelândia
Hamzeh <i>et al.</i>	Application of hands-on simulation games to improve classroom experience	2017	Líbano
Herrera <i>et al.</i>	Impact of game-based learning on understanding lean construction principles	2019	Espanha
Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir	Integrating lean construction into the civil engineering curriculum	2019	Turquia
Lehtovaara, Seppänen e Peltokorpi	Improving the learning of design management operations by exploiting production's feedback: Design science approach	2019	Finlândia
Saini, Arif e Kulonda	Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes	2018	Reino Unido
Wang <i>et al.</i>	Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping	2020	Austrália

Fonte: Próprio autor (2022).

3.2.2.4 Análise das publicações

A última fase da revisão sistemática consistiu na análise dos artigos que comporam o portfólio bibliográfico final.

A partir da análise dessas publicações, buscou-se construir um embasamento teórico-científico sobre o tema “Capacitação em *Lean Construction*” e responder à pergunta da revisão sistemática de literatura.

3.2.3 Pesquisa documental

A pesquisa documental foi realizada com o intuito de identificar os requisitos necessários para a oferta de cursos de qualificação profissional pelas instituições de ensino que compõem a RFEPCT.

De acordo com Silva e Menezes (2005), esse tipo de pesquisa está baseado em coletar e analisar informações a partir de documentos que não receberam tratamento analítico. Esses documentos, que constituem as fontes primárias de informação, devem ser selecionados de forma criteriosa, a fim de evitar que o pesquisador desperdice seu tempo trabalhando com fontes pouco relevantes para a pesquisa ou, até mesmo, com informações inexatas ou distorcidas (MARCONI; LAKATOS, 2021).

Dessa forma, os documentos analisados na pesquisa documental foram coletados diretamente nas plataformas oficiais do governo federal e nos *sites* dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

Primeiramente, avaliou-se os aspectos legais que envolvem os cursos de qualificação profissional. Foram identificadas três leis, dois decretos e uma resolução que regulamentam a oferta desse tipo de curso. Além dessas legislações, foram analisadas informações disponibilizadas em duas páginas do *site* oficial do Ministério da Educação do Brasil, totalizando oito documentos estudados.

Em seguida, verificou-se de que forma os Institutos Federais ofereciam os cursos de qualificação profissional e quais eram os requisitos para a propositura desse tipo de capacitação. Para isso, foi realizada a análise de documentos de 18 dos 38 Institutos Federais existentes no Brasil. Essas 18 instituições – IFSP, IF Sul de Minas, IFMG, IFF, IFMS, IFMT, IF Goiano, IFB, IFPB, IFCE, IFAL, IFSC, IFC, IF Sul-rio-grandense, IFRS, IFRO, IFRR e IFAM – foram selecionadas por possuírem maior

disponibilidade de documentos e maior facilidade de acesso às informações de interesse para a pesquisa.

3.2.4 Elaboração da proposta preliminar

A proposta preliminar do projeto de curso para a capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction* foi elaborada tendo como base os conhecimentos obtidos nas etapas anteriores da pesquisa.

A síntese dos conhecimentos obtidos por meio dos processos de revisão de literatura forneceu uma visão geral sobre o estado atual dos conhecimentos abordados na pesquisa, sobretudo, sobre as formas de abordagem para a capacitação de profissionais em *Lean Construction*.

Com a análise da legislação vigente, verificou-se que a capacitação em *Lean Construction* pode ser realizada por meio da oferta de um curso de qualificação profissional em instituições de educação profissional e tecnológica.

Levando-se em conta a importância da capacitação proposta e visando atingir o maior número de profissionais de AEC, o projeto de curso foi direcionado para a oferta em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, já que essas instituições se caracterizam por serem importantes agentes de formação de profissionais para a atuação nos diversos setores da economia e possuem recursos humanos e materiais para a oferta de educação pública, gratuita e de qualidade.

A partir disso, foram analisados os parâmetros críticos para a elaboração do projeto de curso. Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir (2019) sugerem que os principais fatores a serem considerados na elaboração de curso de qualificação em *Lean Construction* são: público-alvo, métodos de ensino e recursos educacionais. Esses autores relatam que, após a definição desses fatores, é possível determinar outros parâmetros críticos como os objetivos do curso e os conteúdos que serão abordados.

O público-alvo do curso ficou definido como profissionais e estudantes de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da área de Construção Civil. Considerando que estudantes com uma visão mais ampla dos processos envolvidos nas obras podem ter um melhor aproveitamento dos assuntos abordados e das oportunidades de interação com profissionais da Construção Civil, recomendou-se no projeto que fosse priorizada a seleção de estudantes com maior porcentagem de conclusão da graduação para participação no curso.

Com o intuito de facilitar o acesso à qualificação e atingir um maior número de pessoas, optou-se por oferecer o curso integralmente na modalidade EAD. Nos últimos anos, essa modalidade tem sido amplamente utilizada em ações de qualificação, proporcionando maior flexibilidade de horários, conteúdos e metodologias aos participantes.

Considerando a modalidade de oferta, foram definidas metodologias ativas para estimular a participação nas atividades do curso e interação entre os participantes. Ademais, foi idealizada a realização de um desafio, de modo a incentivar a aplicação prática dos conhecimentos em situações reais da Construção Civil.

No que diz respeito aos recursos educacionais, além de prever a necessidade de um AVA para a organização das atividades acadêmicas, foram previstos os recursos humanos e materiais necessários para a realização do curso.

Considerando o público-alvo, os métodos de ensino e os recursos educacionais previstos, foi definido o objetivo geral do curso, conforme disposto a seguir:

- Proporcionar sólidos conhecimentos em *Lean Construction*, de modo a contribuir para o desenvolvimento profissional e para a ampliação das oportunidades de trabalho dos participantes.

A partir desses objetivo principal, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- Conhecer os principais aspectos do sistema de produção *Lean*;
- Entender os princípios, ferramentas e aplicações do *Lean Construction*;
- Elaborar soluções baseadas na mentalidade *Lean* para demandas da Construção Civil.

Foram, então, definidos os conteúdos que deveriam ser abordados para que os objetivos fossem atingidos. Esses conteúdos foram divididos em três unidades distintas:

- Unidade 1: Introdução ao *Lean Thinking*;
- Unidade 2: Princípios e Ferramentas do *Lean Construction*;
- Unidade 3: *Lean Construction* na prática.

Com base nos parâmetros críticos definidos anteriormente, foi possível estimar a carga horária do curso, de modo que estivesse adequada aos conteúdos abordados, à modalidade de oferta e aos objetivos do curso.

Em seguida, foram identificados os principais elementos que deveriam compor a proposta preliminar do projeto de curso de qualificação. Esses elementos foram

definidos a partir da análise de projetos de curso de qualificação profissional disponibilizados pelos Institutos Federais analisadas na pesquisa.

Considerando os elementos que deveriam ser abrangidos na proposta, foi possível definir os tópicos e a estrutura do projeto. A disposição das informações foi planejada de modo que as informações estivessem organizadas em uma sequência lógica que facilitasse a leitura e o entendimento da proposta. Desse modo, a proposta preliminar do projeto de curso ficou estruturada da seguinte forma:

- Identificação do curso;
- Justificativa;
- Objetivos;
- Fundamentação teórica;
- Metodologia do curso;
- Organização curricular;
- Cronograma;
- Recursos;
- Certificação.

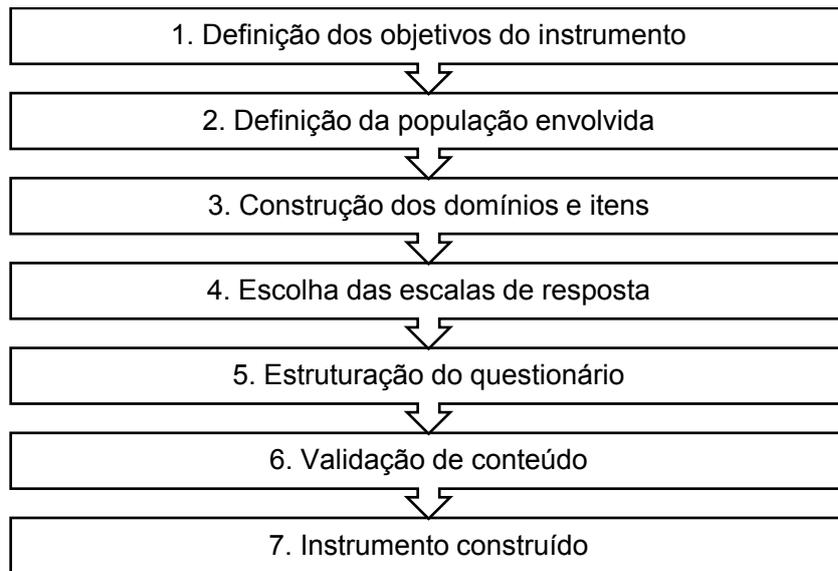
Baseando-se nas definições anteriores e nas informações coletadas ao longo da pesquisa, foi realizada a construção dos conteúdos de cada tópico da proposta. Além dos elementos que foram definidos inicialmente, foram inseridos ao final do projeto os tópicos “Referências”, contendo as fontes bibliográficas citadas no corpo do projeto, e “Apêndice I”, contendo uma sugestão de formulário para avaliação do curso pelo público.

Por fim, foi definida a identidade visual do projeto, cujo *layout* foi baseado, principalmente, no modelo de projeto de curso de qualificação profissional do Instituto Federal Sul-rio-grandense, adotando-se no documento as cores predominantes da Universidade de Taubaté.

3.2.5 Elaboração do instrumento para avaliar o projeto

Para avaliar a proposta do projeto de curso, foi elaborado um questionário que abordou cada um dos elementos do projeto de curso de qualificação profissional. A Figura 20 ilustra as atividades realizadas para o desenvolvimento do questionário.

Figura 20 - Etapas do processo de desenvolvimento do questionário



Fonte: Adaptado de Coluci, Alexandre e Milani (2015).

Inicialmente, os objetivos do questionário foram definidos como: obter uma análise qualificada dos especialistas a respeito de cada elemento do projeto e coletar considerações para a melhoria do curso.

Em seguida, foi definida a população envolvida, que deveria responder as questões do instrumento. A população da pesquisa ficou estabelecida como: professores doutores com atuação na área de Gestão da Produção. Tal população foi definida levando-se em conta o caráter educacional da proposta e a área de conhecimento na qual o projeto está inserido. Considerando que os participantes precisavam estar bem familiarizados com conceitos e terminologias da carreira acadêmica, não foram incluídos na pesquisa professores com menos de três anos de experiência docente.

Posteriormente, foram construídos os domínios e os itens do questionário. Além de designar um domínio específico para cada tópico da proposta, foi estabelecido um último domínio para a avaliação geral da estrutura e do *layout* do projeto. Os itens de cada domínio foram elaborados levando-se em consideração os critérios de Institutos Federais para a avaliação de projetos de curso de qualificação profissional.

Considerando os objetivos do questionário e as características da pesquisa, a escala de respostas escolhida foi do tipo Likert de 5 pontos ordinais, com as seguintes respostas: 1 = “discordo fortemente”, 2 = “discordo”, 3 = “neutro”, 4 = “concordo” ou 5 = “concordo fortemente”.

Realizou-se, então, a estruturação do questionário, de modo que cada item estivesse contido em seu respectivo domínio. Além disso, buscou-se organizar a sequência das questões de uma maneira que facilitasse o entendimento do questionário e mantivesse o interesse do participante até a finalização do preenchimento do instrumento.

Após a realização das atividades anteriores, foi obtida a versão inicial do questionário de avaliação do projeto de curso, que está disposta no Apêndice A.

Para efetuar a validação de conteúdo do instrumento elaborado, foi utilizada a metodologia do painel de especialistas. A partir das análises e considerações obtidas com a realização do processo de validação pelos especialistas, foi construída a versão definitiva do questionário.

3.2.6 Painel de especialistas

De acordo com Struchiner, Ricciardi e Vetromille (1998), o painel de especialistas é um procedimento eficiente e de baixo custo para avaliar a relevância de um projeto, já que com a participação de um pequeno grupo de especialistas, é possível obter resultados significativos quanto à qualidade e validade de uma proposta.

O painel de especialistas pode ser realizado tanto na etapa de validação de instrumentos, quanto na etapa de coleta de dados da pesquisa. Quando empregada para a validação quantitativa de instrumentos, a análise dos especialistas pode ser tomada como um parecer determinante para a aceitação do conteúdo do instrumento avaliado. Quando utilizado para a coleta de dados, o painel de especialistas possibilita a obtenção de pontos de vista distintos sobre um mesmo cenário. Nesse caso, as opiniões dos especialistas são analisadas criticamente, podendo ser aceitas ou não (PINHEIRO; FARIAS; ABE-LIMA, 2013).

Nesta pesquisa, o painel de especialistas foi realizado em duas etapas distintas. Em um primeiro momento, foi efetuada a validação do instrumento que serviu para avaliar a proposta preliminar do curso de qualificação profissional. No segundo momento, utilizou-se o instrumento validado para a avaliar a proposta pelos especialistas.

3.2.6.1 Seleção dos especialistas

Embora não haja consenso no que concerne à quantidade de pessoas que devam participar do processo, alguns autores indicam que o grupo de especialistas deva possuir entre cinco e dez membros (ALEXANDRE; COLUCI, 2009; CUNHA; ALMEIDA NETO; STACKFLETH, 2015).

Para participar do painel de especialistas desta pesquisa, foram convidados, inicialmente, dez professores doutores, com atuação na área de Gestão da Produção e experiência de pelo menos três anos em instituições da RFEPC. Dos dez especialistas convidados, cinco aceitaram o convite para participar da pesquisa. Levando-se em conta a taxa de aceitação de 50% dos professores convidados, foram enviados convites a outros oito especialistas. Desses oito especialistas, um aceitou o convite. Dessa forma, o painel de especialistas foi composto por seis professores, que deveriam participar tanto da etapa de validação de conteúdo do questionário, quanto da etapa de avaliação do projeto de curso.

3.2.6.2 Validação de conteúdo do questionário

De acordo com Alexandre e Coluci (2009, p. 3), a validação de conteúdo é uma etapa essencial para o desenvolvimento de questionários, pois permite “associar conceitos abstratos com indicadores observáveis e mensuráveis”.

A validação de conteúdo do questionário utilizado nesta pesquisa foi realizada tendo como base os procedimentos propostos por Coluci, Alexandre e Milani (2015), que consistem em avaliar primeiramente a abrangência dos domínios do instrumento e, posteriormente, a clareza e pertinência de cada item.

Para que os especialistas realizassem as duas fases da validação de conteúdo, foram encaminhados aos participantes a proposta preliminar do projeto de curso de qualificação profissional, a versão inicial do questionário e um formulário eletrônico contendo as instruções para a validação dos domínios e itens do questionário. Esse formulário foi elaborado na plataforma Google Formulários, e está disposto no Apêndice B.

Em relação à abrangência, verificou-se se cada domínio do questionário estava adequadamente coberto pelo seu conjunto de itens. Os especialistas deveriam avaliar cada domínio de acordo com uma escala de concordância, assinalando “concordo” ou

“não concordo”. Em cada questão, foi deixado um espaço para que os participantes pudessem redigir sugestões.

A partir dos dados obtidos com a avaliação dos domínios, calculou-se a Porcentagem de Concordância para as respostas dos especialistas, conforme disposto na Equação (1).

$$\% \text{ concordância} = \frac{\text{número de participantes que concordaram}}{\text{número total de participantes}} \times 100 \quad (1)$$

Esse índice permite quantificar o grau de concordância entre os especialistas, que deve ser superior a 90% para que o domínio avaliado seja aceito. No caso de resultado menor que 90%, o domínio deve ser revisto e alterado (CUNHA; ALMEIDA NETO; STACKFLETH, 2015).

Após a avaliação da abrangência dos domínios, foi realizada a avaliação da clareza e pertinência de cada item. No que se refere à clareza, foi avaliado se a redação de cada item permitia a sua correta compreensão e se expressava adequadamente o que pretendia medir. Em relação à pertinência, foi avaliado se o item possuía relação com conceitos envolvidos no projeto e se era relevante para avaliar a proposta.

De acordo com Coluci, Alexandre e Milani (2015), recomenda-se que essa avaliação seja feita com o uso de uma escala do tipo Likert de 4 pontos ordinais. Desse modo, em relação à clareza, os especialistas poderiam escolher entre as seguintes respostas: 1 = “não claro”, 2 = “pouco claro”, 3 = “bastante claro”, 4 = “muito claro”. Quanto à pertinência, as repostas incluíam: 1 = “irrelevante”, 2 = “pouco relevante”, 3 = “bastante relevante” e “4 = muito relevante”.

A partir dos dados obtidos com a avaliação dos itens, calculou-se o Índice de Validação de Conteúdo (IVC) para as respostas. O IVC é um dos métodos mais utilizados para a validação de conteúdo e se baseia em medir a proporção de especialistas que estão em concordância sobre determinados aspectos de um instrumento (CUNHA; ALMEIDA NETO; STACKFLETH, 2015). A forma de cálculo do IVC é apresentada na Equação (2).

$$IVC = \frac{\text{número de respostas "3" e "4"}}{\text{número total de respostas}} \quad (2)$$

Para a validação de novos instrumentos, o valor do IVC calculado deve ser de no mínimo 0,80 (COLUCI; ALEXANDRE; MILANI, 2015).

Considerando as informações obtidas na etapa de validação de conteúdo do questionário, foi realizada a análise dos resultados e das sugestões apresentadas pelos especialistas. Após a realização dessa análise, obteve-se a versão definitiva do questionário e uma segunda versão do projeto de curso de qualificação profissional, tendo em vista que algumas sugestões dos especialistas implicaram na inclusão de novos elementos e informações na proposta preliminar.

3.2.6.3 Avaliação do projeto pelos especialistas

A realização de um painel de especialistas para avaliar um projeto permite a coleta de uma riqueza de informações, pois leva em conta as experiências, visão e valores de cada participante, o que possibilita a melhoria e o refinamento da proposta (STRUCHINER; RICCIARDI; VETROMILLE, 1998).

Para que os especialistas realizassem a avaliação do projeto de curso, foram encaminhados aos participantes a segunda versão do projeto de curso de qualificação profissional e um formulário eletrônico contendo as questões da versão definitiva do instrumento. Esse formulário também foi elaborado na plataforma Google Formulários, e está disposto no Apêndice C.

Nessa etapa, os especialistas avaliaram cada item do instrumento fazendo uso de uma escala do tipo Likert de 5 pontos ordinais. Para cada item do questionário, os especialistas manifestaram seu grau de concordância de acordo com as seguintes respostas: 1 = “discordo fortemente”, 2 = “discordo”, 3 = “neutro”, 4 = “concordo” ou 5 = “concordo fortemente”. Ao final de cada domínio, foi deixado um espaço para avaliação aberta, permitindo que os participantes pudessem redigir considerações sobre os itens ou fazer sugestões.

A partir da análise dos dados obtidos com a avaliação da proposta pelos especialistas, foi possível identificar pontos de melhorias no projeto de curso. Desse forma, foram efetuados ajustes com a finalidade de aprimorar o projeto.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO

Para realizar a validação de conteúdo da versão inicial do questionário, analisou-se, primeiramente, a abrangência dos domínios do instrumento e, posteriormente, a clareza e pertinência de cada item. As avaliações dos especialistas foram coletadas por meio do formulário eletrônico disposto no Apêndice B.

No que se refere à abrangência dos domínios, os especialistas analisaram as seguintes assertivas: (1) “cada item do domínio realmente expressa seu conteúdo” e (2) “os itens devem permanecer nesse domínio”. Para a avaliação dessas afirmativas, os especialistas fizeram uso de uma escala de concordância, assinalando “concordo” ou “não concordo” para cada domínio do questionário.

Na Tabela 1 estão descritas as respostas dos especialistas com relação à primeira afirmativa e na Tabela 2 são apresentadas as avaliações relativas à segunda afirmativa.

Tabela 1 - Validade da abrangência dos domínios - afirmativa 1

Domínio avaliado	Especialistas						% concordância
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
1	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
2	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
3	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
4	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
5	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
6	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
7	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
8	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
9	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
10	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%

% concordância = (número de participantes que concordaram)/(número total de participantes) × 100

Fonte: Próprio autor (2022).

A partir da análise dos resultados da Tabela 1, verificou-se que os especialistas avaliaram que todas as questões realmente expressavam o conteúdo dos domínios em que estavam inseridas, já que foi obtida concordância de 100% em cada um dos domínios analisados.

Tabela 2 - Validade da abrangência dos domínios - afirmativa 2

Domínio avaliado	Especialistas						% concordância
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
1	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
2	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
3	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
4	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
5	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
6	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
7	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
8	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
9	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%
10	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	Concordo	100%

% concordância = (número de participantes que concordaram)/(número total de participantes) × 100

Fonte: Próprio autor (2022).

As avaliações dispostas na Tabela 2 evidenciam que os itens estavam adequadamente dispostos no questionário, não havendo necessidade de realocação de itens entre os domínios. Para essa segunda assertiva, também foi obtida concordância de 100% em cada um dos domínios avaliados.

Após a avaliação da abrangência dos domínios, procedeu-se à análise da clareza e pertinência dos itens do questionário.

No que se refere à clareza, os especialistas responderam a seguinte indagação: “o item é claro, está compreensível?”. Como respostas, os especialistas escolheram entre: 1 = “não claro”, 2 = “pouco claro”, 3 = “bastante claro”, 4 = “muito claro”.

Com relação à pertinência, foi respondido o seguinte questionamento: “o item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?”. Como respostas, os especialistas escolheram entre: 1 = “irrelevante”, 2 = “pouco relevante”, 3 = “bastante relevante” e “4 = muito relevante”.

Na Tabela 3 estão descritas as respostas dos especialistas com relação ao primeiro questionamento e na Tabela 4 são apresentadas as avaliações relativas à segunda questão. Além disso, nessas tabelas, são apresentados os valores do IVC calculados para cada item.

Tabela 3 - Validade dos itens quanto à clareza

Item avaliado	Especialista						IVC
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
1.1	4	4	4	3	3	3	1,00
1.2	4	4	4	4	3	3	1,00
1.3	1	4	4	4	3	3	0,83
1.4	2	4	4	3	4	3	0,83
1.5	3	3	4	3	2	3	0,83
1.6	3	3	2	4	3	3	0,83
2.1	3	3	4	4	3	3	1,00
2.2	3	4	4	3	3	3	1,00
3.1	3	4	4	3	2	3	0,83
3.2	3	4	4	3	2	3	0,83
4.1	2	3	3	3	2	3	0,67
4.2	3	4	4	4	2	3	0,83
5.1	4	3	4	3	2	3	0,83
5.2	4	3	3	3	3	3	1,00
5.3	4	3	4	3	3	3	1,00
5.4	4	3	4	3	3	3	1,00
6.1	4	4	4	3	4	3	1,00
6.2	4	4	4	3	4	4	1,00
6.3	4	3	4	3	2	3	0,83
7.1	4	4	4	3	3	4	1,00
7.2	4	4	4	3	4	3	1,00
8.1	4	3	3	3	4	4	1,00
8.2	4	4	3	3	4	4	1,00
9.1	4	4	4	3	4	3	1,00
9.2	4	4	4	4	2	3	0,83
10.1	4	4	3	3	3	3	1,00
10.2	4	4	4	3	3	3	1,00

IVC = (número de respostas "3" e "4")/(número total de respostas)

Fonte: Próprio autor (2022).

A análise dos dados da Tabela 3 permitiu identificar que apenas o item 4.1 não obteve IVC superior a 0,80. De acordo com os critérios propostos por Coluci, Alexandre e Milani (2015), um IVC menor que 0,80 pode representar que o item não apresenta clareza suficiente para ser bem compreendido. Desse modo, o item 4.1 foi retirado do questionário.

Tabela 4 - Validade dos itens quanto à pertinência

Item avaliado	Especialista						IVC
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
1.1	4	4	4	3	3	3	1,00
1.2	4	4	4	4	4	3	1,00
1.3	4	4	4	3	4	3	1,00
1.4	4	4	4	3	4	3	1,00
1.5	4	3	4	3	4	3	1,00
1.6	3	3	3	4	4	3	1,00
2.1	3	3	4	3	4	3	1,00
2.2	3	4	4	3	4	3	1,00
3.1	3	4	4	4	4	3	1,00
3.2	3	4	4	4	4	3	1,00
4.1	4	3	4	3	3	3	1,00
4.2	4	4	4	4	3	3	1,00
5.1	4	3	4	3	4	3	1,00
5.2	3	3	4	3	4	3	1,00
5.3	4	3	4	3	4	3	1,00
5.4	4	3	4	3	3	3	1,00
6.1	4	4	4	3	4	3	1,00
6.2	4	4	4	3	4	4	1,00
6.3	4	3	4	3	4	4	1,00
7.1	4	4	4	3	3	4	1,00
7.2	4	4	4	3	4	3	1,00
8.1	4	3	4	4	4	4	1,00
8.2	4	4	4	4	4	4	1,00
9.1	4	4	4	3	4	3	1,00
9.2	4	4	4	4	4	3	1,00
10.1	4	4	4	4	3	3	1,00
10.2	3	4	4	3	3	3	1,00

IVC = (número de respostas "3" e "4")/(número total de respostas)

Fonte: Próprio autor (2022).

A partir da análise dos resultados da Tabela 4, verificou-se que todas as questões foram consideradas pertinentes, já que obtiveram IVC superior a 0,80. Assim, com exceção do item 4.1, todos os demais itens foram mantidos.

Além da avaliação quantitativa dos domínios e itens do questionário, foi deixado um espaço ao final da avaliação de cada domínio para que os especialistas pudessem propor a inclusão ou exclusão de itens ou realizar sugestões de melhorias nos itens existentes. Verificou-se que, além de realizarem sugestões para os itens do questionário, os especialistas recomendaram a inclusão de novas informações no projeto. O Quadro 6 apresenta uma síntese das recomendações dos especialistas.

Quadro 6 - Sugestões dos especialistas na etapa de validação de conteúdo

Domínio	Sugestão
1	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir um informativo de divulgação do curso para o público-alvo; - Incluir os critérios de seleção do curso; - Incluir o horário de aula sugerido para o curso.
2	- Explicitar no item 2.1 que devem ser consideradas as demandas nacionais e regionais.
3	- Incluir o perfil do egresso do curso.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir a documentação legal e institucional que embasou a proposta; - Questionar se a fundamentação teórica apresenta os temas principais de estudo para alcance do objetivo proposto.
5	- Incluir um plano de ensino resumido para a oferta do curso.
6	<ul style="list-style-type: none"> - Questionar se o conteúdo está distribuído de forma coesa no cronograma; - Incluir um cronograma de implementação do curso.

Fonte: Próprio autor (2022).

Com base nas recomendações dos especialistas, foram analisadas, primeiramente, as sugestões de inclusão de informações no projeto de curso, já que, para cada novo tópico ou informação inserida, deveria haver a inclusão de novos itens no questionário para que o seu conteúdo fosse avaliado. O Quadro 7 apresenta as alterações realizadas no projeto para atender às sugestões dos especialistas.

Quadro 7 - Alterações do projeto na etapa de validação de conteúdo

Sugestão	Alteração
Incluir um informativo de divulgação do curso para o público-alvo.	Informação inserida como apêndice do projeto.
Incluir os critérios de seleção do curso.	Informação inserida no tópico “Identificação do curso”.
Incluir o horário de aula sugerido para o curso.	Informação inserida no tópico “Identificação do curso”.
Incluir o perfil do egresso do curso.	Informação inserida no tópico “Objetivos”.
Incluir a documentação legal e institucional que embasou a proposta;	Informação inserida no novo tópico “Fundamentação legal”.
Incluir um plano de ensino resumido para a oferta do curso.	Informação inserida como apêndice do projeto.
Incluir um cronograma de implementação do curso.	Informação não inserida no projeto.

Fonte: Próprio autor (2022).

Com exceção da última sugestão disposta no Quadro 7, todas as demais foram atendidas. A última sugestão não pôde ser atendida tendo em vista que o

planejamento da implementação de um curso envolve um conjunto de atividades específicas para cada instituição, cujos prazos podem variar de forma considerável. São exemplos dessas atividades: aprovação do curso na instituição ofertante, elaboração de materiais, preparação do AVA, divulgação para o público-alvo, realização de processo seletivo e matrícula de estudantes. Desse modo, cada instituição interessada em ofertar o curso deverá considerar suas particularidades para a elaboração do cronograma de implementação, de modo a atender não só às atividades anteriormente citadas, mas também a outros procedimentos que se fizerem necessários. No projeto, foi mantido o cronograma de aulas, que apresenta o planejamento detalhado das atividades acadêmicas que devem ser realizadas ao longo do curso.

Em virtude das novas informações inseridas no projeto, houve a necessidade de serem incluídos o tópico “Fundamentação legal” e mais dois apêndices na proposta. Com isso, o tópico “Fundamentação teórica” passou a ser nomeado “Referencial teórico”, a fim de criar maior diferenciação com o tópico “Fundamentação legal”. No final do projeto, a sugestão de formulário para avaliação do curso pelo público foi realocada para o Apêndice II e a proposta de informativo para divulgação do curso foi incluída no Apêndice I. Por fim, inseriu-se o plano de ensino resumido no Apêndice III da proposta. Assim, a nova estrutura do projeto de curso ficou organizada da seguinte forma:

- Identificação do curso;
- Justificativa;
- Objetivos;
- Fundamentação legal;
- Referencial teórico;
- Metodologia do curso;
- Organização curricular;
- Cronograma;
- Recursos;
- Certificação;
- Referências;
- Apêndice I;
- Apêndice II;
- Apêndice III.

Com base na segunda versão do projeto e nas avaliações obtidas na etapa de validação de conteúdo, foram feitas as alterações necessárias para a melhoria do questionário. Além das alterações realizadas com base nas avaliações dos especialistas, foram efetuados ajustes em alguns itens para que pudessem apresentar maior clareza, sem que fosse alterado, contudo, o sentido desses itens. O quadro 8 apresenta os itens que foram incluídos, excluídos ou adequados no instrumento.

Quadro 8 - Alterações do questionário na etapa de validação de conteúdo

Item	Conteúdo	Alteração
Novo	“O informativo (Apêndice I) apresenta as principais informações necessárias para divulgação do curso para o público-alvo.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“Os critérios de seleção são pertinentes.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“O horário de aulas sugerido é apropriado para a participação do público-alvo.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
1.6	“A abrangência prevista está adequada à modalidade de oferta do curso.”	Adequação para possibilitar maior clareza.
2.1	“Na justificativa são consideradas demandas atuais da indústria da Construção Civil.”	Adequação para possibilitar maior clareza.
3.2	“Os objetivos estão adequados ao propósito do curso.”	Adequação para possibilitar maior clareza.
Novo	“As competências e habilidades previstas no perfil do egresso são pertinentes.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“São apresentados os principais aspectos legais envolvidos na oferta de cursos de qualificação profissional.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“A proposta do curso está condizente com as finalidades e objetivos dos Institutos Federais.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“O referencial teórico apresenta os principais temas de estudo para alcance dos objetivos propostos.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
4.1	“A proposta do curso está devidamente embasada por fontes documentais e bibliográficas.”	Exclusão devido à pouca clareza do item.
Novo	“O plano de ensino resumido (Apêndice III) apresenta as informações fundamentais para o planejamento da oferta do curso.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“Os conteúdos estão distribuídos de forma coesa no cronograma.”	Inclusão para atender à sugestão dos especialistas.
Novo	“De uma forma geral, como você avalia o projeto?”	Inclusão para avaliar o projeto como um todo.

Fonte: Próprio autor (2022).

Por meio das alterações realizadas no questionário, buscou-se atender da melhor forma às avaliações e sugestões obtidas na etapa de validação de conteúdo. Apenas a sugestão relativa ao item 2.1 não foi atendida, já que neste trabalho é proposto um curso de qualificação profissional para ser ofertado por Institutos Federais de diferentes localidades, e não apenas em uma região específica. Portanto, nesse item, foi realizada apenas uma adequação do texto para possibilitar maior clareza, não sendo alterado o seu conteúdo. Embora no projeto de curso não tenham sido abordadas demandas específicas de uma região do país, é necessário que as instituições ofertantes considerem as características de cada local para a oferta da qualificação, tendo em vista que as informações relacionadas às demandas regionais da Construção Civil são imprescindíveis para realização do curso.

Além das alterações que foram realizadas tendo como base as avaliações dos especialistas, foi incluída ao final do questionário a seguinte questão: "de uma forma geral, como você avalia o projeto?". Esse item foi inserido para que fosse possível coletar uma avaliação do projeto como um todo, considerando seus elementos, conteúdos e apresentação.

Por fim, considerando que um item foi excluído e dez novos itens foram incluídos, houve a necessidade de reorganizar os domínios e itens do instrumento. Após a realização das alterações necessárias, foi obtida a versão definitiva do questionário para avaliação do projeto.

4.2 AVALIAÇÃO DO PROJETO PELOS ESPECIALISTAS

Com base na segunda versão do projeto de curso, os especialistas realizaram a avaliação dos elementos do projeto. As respostas foram coletadas por meio do formulário eletrônico contendo os itens da versão definitiva do questionário, que está disponível no Apêndice C. Nesta etapa de avaliação do projeto, um dos especialistas não respondeu ao formulário.

Para cada elemento avaliado, os especialistas escolheram entre as seguintes respostas: 1 = "discordo fortemente", 2 = "discordo", 3 = "neutro", 4 = "concordo" ou 5 = "concordo fortemente". As avaliações foram representadas em um gráfico de barras divergentes, a fim de facilitar a análise dos dados. Além da avaliação usando a escala do tipo Likert, foram coletadas as sugestões dos especialistas para os elementos do projeto.

A Figura 21 apresenta o gráfico com as avaliações dos especialistas para os elementos do projeto. Nas barras do gráfico, estão identificados os números de respostas obtidas para cada opção da escala Likert.

Figura 21 - Avaliação dos elementos do projeto pelos especialistas (continua)

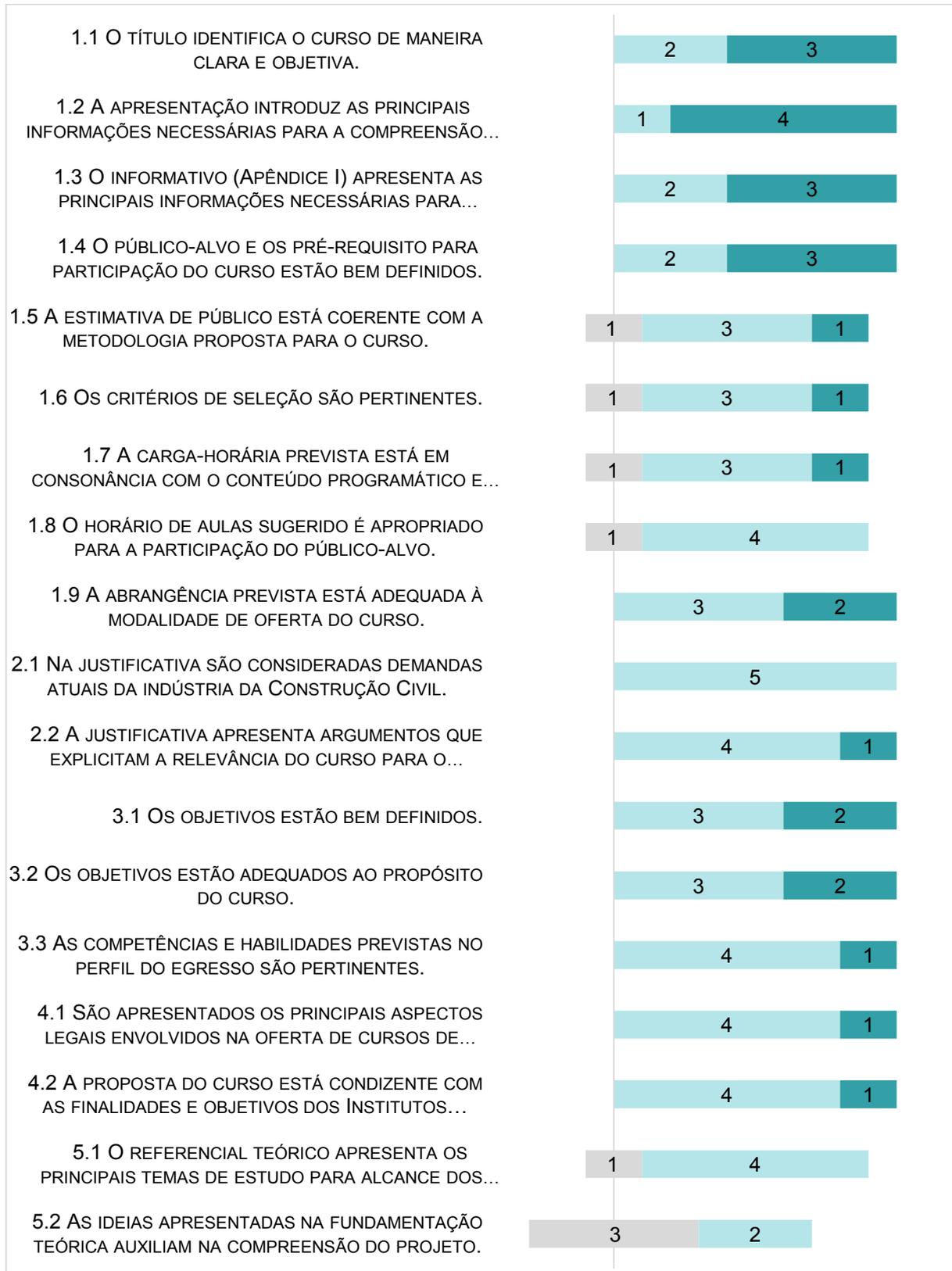
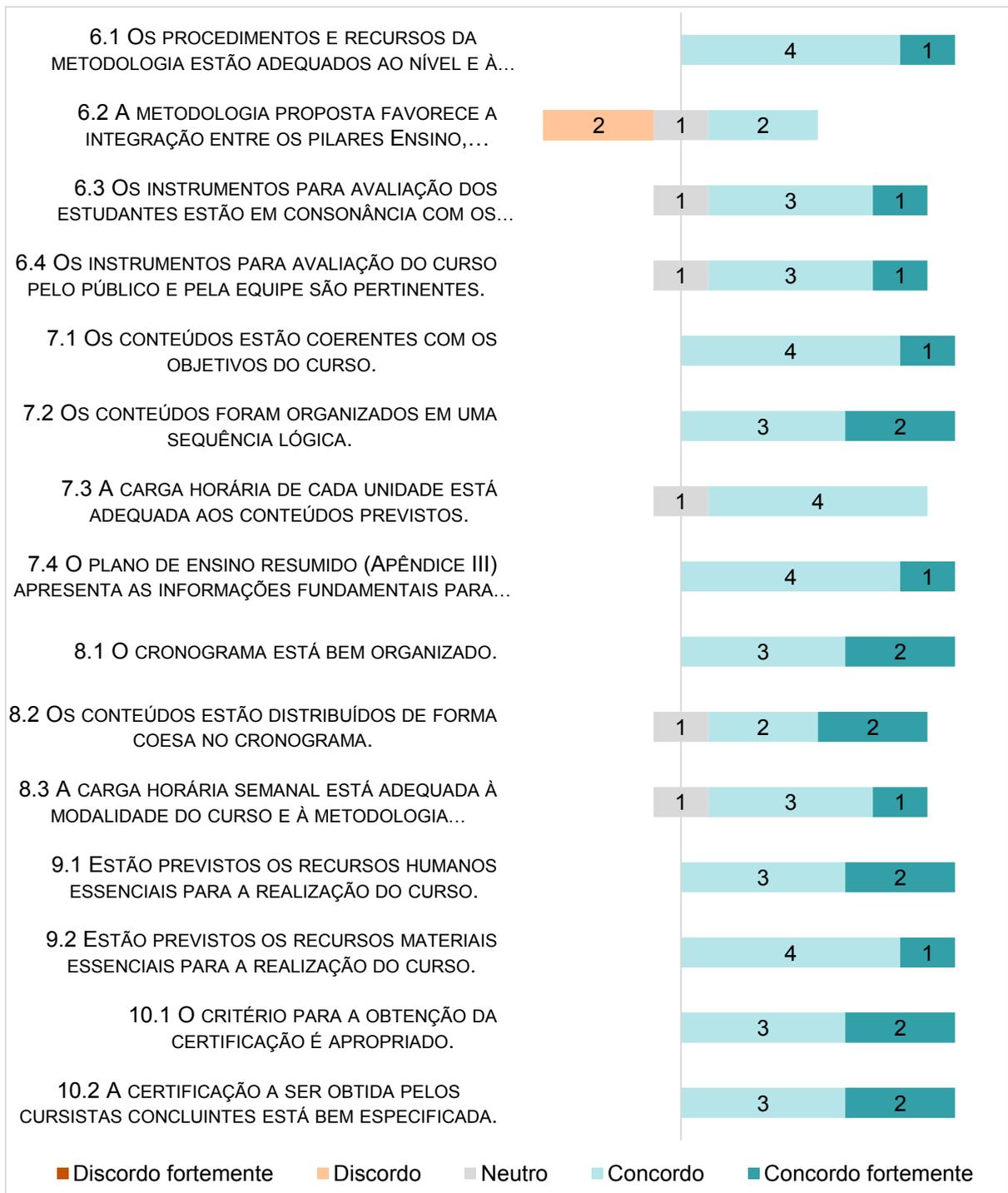


Figura 21 - Avaliação dos elementos do projeto pelos especialistas (conclusão)

Fonte: Próprio autor (2022).

A partir da análise exploratória do gráficos da Figura 21, é possível depreender que grande parte dos elementos do projeto obtiveram avaliações positivas dos especialistas, com destaque para os itens de 1.1 a 1.4, que foram avaliados, majoritariamente, com a resposta “concordo fortemente”. Entretanto, observa-se que o item 5.2, que aborda a fundamentação teórica, apresentou avaliações predominantemente neutras e o item 6.2, que trata da integração dos pilares de

ensino, pesquisa e extensão, apresentou duas avaliações com resposta “discordo”, indicando a necessidade de revisão desses elementos para uma maior adequação de seus conteúdos.

Considerando as observações obtidas com a análise exploratória dos gráficos, foram analisadas as sugestões dos especialistas. Cada ponderação foi avaliada com a finalidade de obter melhorias para o projeto de curso de qualificação. No Quadro 9, são apresentadas as sugestões dos especialistas para os elementos de cada tópico do projeto.

Quadro 9 - Sugestões dos especialistas para os elementos do projeto (continua)

Tópico	Sugestões
1 Identificação do curso	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir técnicos em áreas correlatas (técnico em edificações etc.) e profissionais operacionais da área de Construção Civil (mestre de obras etc.) para aumentar o impacto do projeto na comunidade local; - Ter espaços para a denominação da instituição e campus ofertante; - Limitar a participação a estudantes dos últimos dois anos de curso de graduação para melhor integração de conhecimentos com profissionais já em atividade.
2 Justificativa	<ul style="list-style-type: none"> - Ressaltar como o curso pode agregar valor para os profissionais, como <i>networking</i>, troca de experiências, auxílio do instrutor no desenvolvimento de iniciativas Lean, como mapeamento do fluxo de valor, projetos Kaizen etc. - Ressaltar a atualidade da oferta de cursos de atualização profissional devido à velocidade de surgimento de novos conhecimentos e tecnologias para o exercício profissional; - Ressaltar que é um tema muito importante na atualidade e não inserido nos currículos de graduação até pouco tempo atrás; - Comentar a extensão da vida profissional devido à permanência por mais tempo na vida profissional ativa e, portanto, a necessidade de novos conhecimentos ao longo da vida produtiva; - Ressaltar a importância da relação entre instituições de ensino e empresas.
3 Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - No terceiro item dos objetivos específicos sugiro substituir a palavra "construir" por "elaborar".
4 Fundamentação legal	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ser mencionada conceitualmente a alteração da educação profissional que passa a ser uma educação ao longo da vida e que o curso incorpora essa nova tendência, ou mesmo, essa nova necessidade.

Quadro 9 - Sugestões dos especialistas para os elementos do projeto (conclusão)

5 Referencial teórico	– Podem ser tratados conceitualmente o tema habilidades e competências profissionais que serão desenvolvidas pela metodologia do curso.
6 Metodologia do curso	– Explicitar melhor a integração entre Ensino, Pesquisa e Extensão.
7 Organização curricular	– Detalhar melhor os conteúdos de cada unidade no Quadro 1; – Incluir no conteúdo a análise crítica do <i>Lean Manufacturing</i> , que aborde também os pontos negativos.
8 Cronograma	– Incluir a carga horária destinada às atividades assíncronas, como, por exemplo, as atividades individuais e coletivas extra sala de aula.
9 Recursos	– Não houve sugestões para esse tópico.
10 Certificação	– Substituir as palavras “cursista” e “estudante” por “participante” ao longo de todo o texto.

Fonte: Próprio autor (2022).

Em relação ao tópico “Identificação do curso”, a primeira sugestão não foi atendida, tendo em vista que os conteúdos, atividades e formas de abordagem do curso foram planejadas para atender à demanda de formação de profissionais de nível superior, considerando as competências e habilidades necessárias para a atuação desses profissionais na indústria da Construção Civil. Embora seja importante capacitar profissionais de diversas especialidades para que a filosofia *Lean* possa ser melhor disseminada e aplicada, as ações de qualificação devem levar em conta as atribuições profissionais específicas de cada segmento. Por isso, não foram incluídos como público-alvo os profissionais de nível técnico e operacional no projeto de curso. Contudo, outros cursos podem ser propostos e se beneficiar dos elementos apresentados neste trabalho, de modo que sejam adequados para atender à demanda de capacitação de profissionais com funções distintas daquelas previstas no projeto de curso apresentado nesta dissertação.

A segunda sugestão para a “Identificação do curso” foi atendida, sendo inseridos os espaços para a denominação da instituição e *campus* ofertante no subtópico “Dados gerais”.

A terceira sugestão para a “Identificação do curso”, que se referia a priorizar a participação de estudantes concluintes, foi atendida parcialmente no subtópico “Critérios de seleção”. Considerando que existem cursos de tecnologia com duração de três anos, limitar a participação a estudantes dos últimos dois anos de curso de graduação poderia favorecer estudantes do segundo ano de tecnologia em detrimento

de estudantes do terceiro ano de engenharia ou arquitetura, por exemplo. Dessa forma, foi previsto no projeto que a seleção dos estudantes deverá priorizar aqueles com maior porcentagem de integralização do curso, que poderá ser calculada da seguinte forma: $(n^{\circ} \text{ de semestres integralizados pelo estudante} / n^{\circ} \text{ total de semestres do curso}) \times 100$. Caso necessário, a ordem de inscrição poderá ser usada como critério de desempate.

No que se refere à “Justificativa”, realizou-se os ajustes necessários nesse tópico a fim de atender a todas as sugestões feitas pelos especialistas, já que as recomendações eram pertinentes para a complementação do conteúdo do projeto.

Em relação ao tópico “Objetivos”, a sugestão foi atendida, sendo alterado o texto do objetivo específico indicado.

No tópico “Fundamentação legal”, a sugestão também foi atendida, sendo incluída a informação recomendada pelos especialistas nesse tópico.

No tópico “Referencial teórico”, além da inclusão das informações sugeridas pelos especialistas, foram feitas outras complementações no conteúdo desse tópico, já que na análise exploratória foi verificado que o item 5.2 havia recebido avaliações predominantemente neutras.

Em relação à “Metodologia do curso”, buscou-se atender à sugestão por meio de uma melhor explanação acerca da integração entre Ensino, Pesquisa e Extensão, considerando, também, que esse elemento havia recebido avaliações divergentes dos especialistas.

No que concerne à “Organização curricular”, as sugestões dos especialistas foram atendidas, sendo detalhado melhor os conteúdos das unidades e incluído o conteúdo de análise crítica do *Lean Manufacturing* na estrutura curricular.

Em relação ao “Cronograma”, foi incluída a carga horária destinada às atividades assíncronas para cada semana, sendo atendida à sugestão dos especialistas.

No tópico “Recursos”, não ocorreram alterações, tendo em vista que nesse tópico foram obtidas avaliações positivas e não foram recebidas sugestões de melhorias.

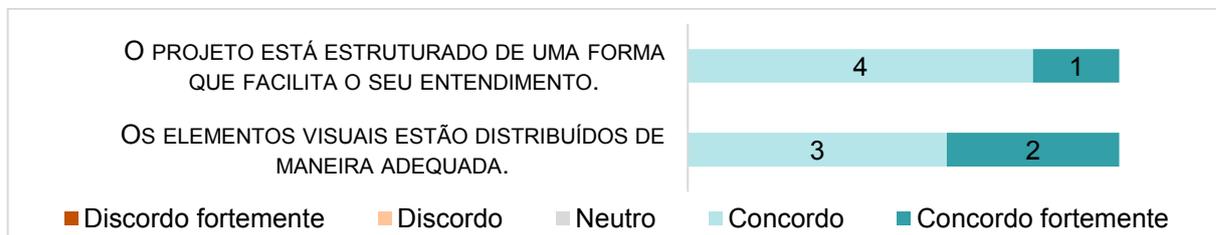
No tópico “Certificação”, foi feita uma sugestão que abordava não só o conteúdo desse tópico, mas, também, de todo o projeto. Essa recomendação foi atendida, sendo priorizado o uso da palavra “participante” no projeto, já que se trata

de uma expressão mais abrangente para se referir aos profissionais e estudantes que participem do curso de qualificação.

Além das avaliações e considerações dos especialistas para os elementos de cada tópico do projeto, ao final do formulário, foi proposto aos especialistas que realizassem uma análise geral do projeto. Para isso, foram avaliados a estrutura e o *layout* da proposta e, também, o projeto como um todo. Por fim, foi deixado um espaço para que os especialistas pudessem realizar suas considerações finais acerca do projeto. Entretanto, não foram obtidas sugestões gerais para a proposta.

A Figura 22 apresenta as avaliações relativas a estrutura e *layout* do projeto.

Figura 22 - Avaliação da estrutura e *layout* do projeto pelos especialistas



Fonte: Próprio autor (2022).

Com base nas avaliações dispostas na Figura 22, verificou-se que os especialistas julgaram adequados a estrutura e os elementos visuais do projeto. Dessa forma, a organização e o *layout* propostos para o projeto foram mantidos.

Para a avaliação do projeto como um todo, foi utilizada uma escala Likert de cinco pontos, onde “1” representava a resposta “muito ruim” e “5” representa “muito bom”. A Tabela 5 apresenta a avaliação geral do projeto feita por cada especialista.

Tabela 5 - Avaliação geral do projeto pelos especialistas

Questão	Especialista				
	E1	E2	E3	E4	E5
De uma forma geral, como você avalia o projeto?	4	4	4	4	4

Fonte: Próprio autor (2022).

A partir da análise dos dados da Tabela 5, verificou-se que o projeto obteve uma boa avaliação geral. Esse resultado estava em consonância com as avaliações dos diversos elementos da proposta, contudo, indicou que existiam aspectos a serem melhorados no projeto. Desse modo, buscou-se atender às sugestões realizadas pelos especialistas, a fim de melhorar a qualidade do projeto e torná-lo mais completo. Após serem realizados os ajustes necessários na proposta, foi obtida a versão final do projeto de curso de qualificação, que está disponível no Apêndice D desta dissertação.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar um projeto de curso para a capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*.

Inicialmente, a investigação acerca das aplicações dos conceitos do *Lean Manufacturing* na Construção Civil permitiu identificar os fundamentos da filosofia *Lean* e como a adoção desse paradigma de produção pode beneficiar as atividades de planejamento, execução e controle de construções. Além disso, por meio de revisão sistemática de literatura, verificou-se que a capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction* pode ser realizada a partir da oferta de disciplinas específicas em cursos de graduação e pós-graduação ou por meio de programas de qualificação, treinamentos, oficinas e palestras. Com o intuito de promover uma aprendizagem significativa nessas iniciativas de capacitação, podem ser empregados jogos, desafios, simulações, vídeos, estudos de caso, visitas técnicas, ou, até mesmo, realidade virtual.

Com base nos conhecimentos obtidos, foi construída a proposta preliminar do projeto de curso de qualificação. Buscou-se elaborar um projeto abrangente, que pudesse ser adotado ou adaptado por Institutos Federais de diferentes localidades, a fim de atender à demanda geral de capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction*.

Para avaliar a proposta, foi elaborado e validado o questionário que abordou os diversos elementos do projeto de curso. O processo de validação, além de proporcionar melhorias nos domínios e itens do instrumento, possibilitou a identificação de elementos relevantes que deveriam ser incluídos na proposta. A partir do questionário validado, foi realizada a avaliação do projeto pelos especialistas. Essa avaliação contribuiu para a identificação de pontos de melhorias na proposta, que foram fundamentais para o aprimoramento da versão final do projeto de curso de qualificação profissional.

Com isso, buscou-se responder ao problema de pesquisa: “como capacitar profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*?”. A partir do que foi apresentado neste trabalho, verifica-se que essa capacitação pode ser realizada com o auxílio de um curso de qualificação profissional que proporcione oportunidades de compartilhamento de conhecimentos e experiências entre profissionais da indústria e

acadêmicos, de forma que essa cooperação possa fomentar o desenvolvimento científico e a disseminação da filosofia *Lean* na Construção Civil.

Assim, espera-se que o projeto de curso proposto neste trabalho possa ser colocado em prática, de modo a contribuir para que profissionais de AEC obtenham ganhos de produtividade, qualidade e segurança nas construções em que atuam. Além disso, a participação no curso poderá proporcionar oportunidades de *networking* e trocas de experiências, contribuindo para o desenvolvimento profissional e maior empregabilidade.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É importante ressaltar que, embora tenha sido realizada uma análise sistemática da literatura para investigar estratégias para a capacitação de profissionais em *Lean Construction*, não há como considerar que os resultados encontrados contemplam todas as abordagens possíveis. Desse modo, outras pesquisas podem se beneficiar das contribuições deste trabalho e aprofundar ainda mais o estudo do tema.

Além disso, ainda que a realização do painel de especialistas tenha permitido avaliar os diversos elementos do projeto e obter sugestões de melhorias, outras investigações podem ser realizadas com a finalidade de mensurar a efetividade do projeto, principalmente, pesquisas que analisem a aceitação do curso por profissionais e estudantes que participem da qualificação proposta.

Por fim, tendo como base este trabalho, podem ser propostas outras iniciativas que complementem a aprendizagem dos conceitos e práticas *Lean* previstos no projeto de curso. Nesse sentido, podem ser idealizadas oficinas que qualifiquem profissionais de AEC em ferramentas específicas do *Lean Construction*, adotando-se, para isso, abordagens como jogos, desafios e simulações, por exemplo. Ademais, para que haja uma maior disseminação do *Lean Construction*, sugere-se que sejam elaboradas iniciativas que contemplem a capacitação de profissionais de outros ofícios e atribuições, como técnicos em edificações, mestres de obras e trabalhadores operacionais da Construção Civil.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. H. F.; SOUZA, J. V.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo Proknow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47-62, mai./ago. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v5i2.424>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- ALARCÓN, L. F.; DIETHELM, S.; ROJO, O.; CALDERON, R. Assessing the impacts of implementing lean construction. **Rev. ing. constr.**, v. 23, n. 1, p. 26-33, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0718-50732008000100003>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- ALBERTIN, M. R; PONTES, H. L. J. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: Intersaberes, 2016.
- ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 7, p. 3061-3068, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000800006>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- ALMEIDA; E. L. G.; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 91-109, jan./mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100211>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- ALVARENGA, T. W.; SILVA, E. N.; MELLO, L. C. B. B. BIM and lean construction: the evolution obstacle in the Brazilian civil construction industry. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v. 7, n. 5, p. 1904-1908, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.48084/etasr.1278>. Acesso em: 24 ago. 2022.
- ALVES, T. C. L; MILBERG, C.; WALSH, K. D. Exploring lean construction practice, research, and education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 512-525, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/09699981211259595>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- ANTONY, S.; ANANDH, K. S.; SIDDHARTH, B. An investigation into the evolution of lean construction, education in Indian industries and universities. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, v. 8, n. 6, p. 898-902, 2019. Disponível em: <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F3710048619.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance Improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 679-695, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- BALLÉ, M. EVESQUE, B. Starting out with lean thinking? Refer to the original TPS. **Planet Lean**, 3 dez. 2015. Disponível em: <https://planet-lean.com/balle-evesque-tps-house/>. Acesso em: 30 jul. 2022.

BARROS NETO, J. P.; ALVES, T. C. L. Análise estratégica da implementação da filosofia lean em empresas construtoras. *In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, 11., São Paulo, 2008. **Anais [...]** São Paulo: SIMPOI, 2008.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Ed. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa em estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 8.268, de 18 de junho de 2014**. Altera o Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, que regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8268.htm. Acesso em: 27 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008**. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 2008a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11741.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos da EPT**. Brasília, 2018a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cursos-da-ept/cursos-da-ept-apresentacao>. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) ou Qualificação Profissional**. Brasília, 2018b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cursos-da-ept/formacao-inicial-e-continuada-ou-qualificacao-profissional>. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 1/2021, de 05 de janeiro de 2021**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional e Tecnológica. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-5-de-janeiro-de-2021-297767578>. Acesso em: 26 jun. 2022.

CASTELLANOS, A. B.; GUZMÁN, M. F. S.; RUIZ, D. D. P. Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering. **Alteridad**, v. 14, n. 1, p. 115-129, 2019. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/195378/>. Acesso em: 22 ago. 2022

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Banco de Dados. **Planilha elaborada a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua (2012 - 2021) - IBGE**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/pnad-ibge-arquivos-resultados-brasil>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COLUCI, M. Z. O.; ALEXANDRE, N. M. C.; MILANI, D. Construção de instrumentos de medida na área da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 3, p. 925-936, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015203.04332013>. Acesso em: 11 mar. 2022.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: IGPD, 2011, p. 1-12. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267380020>. Acesso em: 14 set. 2021.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, nov./dez. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CUNHA, C. M.; DE ALMEIDA NETO, O. P.; STACKFLETH, R. Principais métodos de avaliação psicométrica da validade de instrumentos de medida. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 14, n. 47, p. 75-83, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.13037/ras.vol14n47.3391>. Acesso em: 11 mar. 2022.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Ed. 2. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DESCHAMPS, M. BEUREN, I. M. Desperdícios de materiais diretos na construção civil. **Rev. Ciênc. Admin.**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 156-179, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/rca/article/view/510/pdf>. Acesso em: 9 ago. 2022.

DÍAZ, H. P.; RIVERA, O. G. S.; GUERRA, J. A. G. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. **Avances**: Investigación en Ingeniería, v. 11, n. 1, p. 32-53, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>. Acesso em: 6 ago. 2022.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **A Construção Civil e os Trabalhadores: panorama dos anos recentes.** Estudos e Pesquisas, n. 95, jul. 2020. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2020/estPesq95trabconstrucaocivil/index.html?page=1>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ERNST&YOUNG. **Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil.** São Paulo, jan. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284899775>. Acesso em: 11 mai. 2021.

FLUXO CONSULTORIA - UFRJ. **Gestão Empresarial**, 2020. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/category/gestao-empresarial/>. Acesso em: 23 de out. de 2020.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos.** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. *In*: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C (Org.). **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.** Recife: Edit. da UFPE, 2000. Cap. 2.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2017.

GÓES, M. B.; RIOGA, C. L.; CAMPOS, I. L.; GUIMARÃES, I. F. G. Impactos da implementação metodologia Lean Construction no Brasil. **Rev. Lat.-Am. Inov. Eng. Prod.**, Curitiba, v. 9, n. 16, p. 6-25, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/relainep.v9i16.80398>. Acesso em: 12 ago. 2022.

GONÇALVES, R.; BROERING, L. O desafio global da produtividade. **Conjuntura da Construção**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 14-16, mar. 2015. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cc/article/view/77300/0>. Acesso em: 10 mai. 2021.

GONZÁLEZ, V. A; OROZCO, F.; BOLIVAR, S.; INGLE, J.; FORCAEL, E.; ALARCÓN, L. F. LEBSICO: Lean-based simulation game for construction management classrooms. **J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.**, v. 141, n. 4, 04015002, p. 1-11, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000243](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000243). Acesso em: 22 ago. 2022.

HAMZEH, F.; THEOKARIS, C; ROUHANA, C; ABBAS, Y. Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 5, p. 471-481, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1190688>. Acesso em: 22 ago. 2022.

HERRERA, R. F.; SANZ, M. A.; MONTALBÁN-DOMINGO, L. GARCÍA-SEGURA, T.; PELLICER, E. Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. **Sustainability**, v. 11, n. 19, 5294, p. 1-16, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11195294>. Acesso em: 22 ago. 2022.

HIROTA, E. H.; POWELL, J. A.; DAVEY C. L.; POWELL, J. E.; FORMOSO, C. T. Vencendo barreiras para a aplicação dos princípios da Construção Enxuta. **Semina: Ci. Exatas/Tecnol**, Londrina, v. 21, n. 4, p. 17-25, dez. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0375.2000v21n4p17>. Acesso em: 4 fev. 2022.

HOWELL, G. A. What is lean construction. *In*: Conference of the International Group for Lean Construction, 7., 1999, Berkeley. **Anais [...]** Berkeley: IGLC, 1999, p. 1-10. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.418.4301&rep=rep1&type=pdf#page=9>. Acesso em: 4 fev. 2022.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report 72. Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 6 ago. 2022.

KOSKELA, L.; HOWELL, G.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. The foundations of lean construction. **Design and construction: Building in value**, v. 291, p. 211-226, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28578914>. Acesso em: 4 fev. 2022.

KUZUCUOGLU, D.; AYHAN, B. U.; TOKDEMIR, O. B. Integrating lean construction into the civil engineering curriculum. **International Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 6, p. 1787-1802, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7350192>. Acesso em: 29 ago. 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 8. ed. Barueri: Atlas, 2022.

MATUSZAK, A. R. **Práticas lean construction**: investigação do ensino nos cursos de graduação em engenharia civil. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - UTFPR, Pato Branco, 2020. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24672>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MELO, M.; DESCHAMPS, F.; COSTA, S. E. G. Aplicação da construção enxuta - uma análise sistemática da literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 2, n. 3, p. 02-21, 2017. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180413022729id_/http://www.nexos.ufsc.br/index.php/lean/article/viewFile/1639/pdf_47. Acesso em: 4 fev. 2022.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. Mídias Contemporâneas, v. 2, p. 15-33.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: integrando pessoa, processo e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MOURÃO, C. A. M. A.; VALENTE, C. P. **Coletânea Lean & Green**. Fortaleza: C. Rolim Engenharia, 2013.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 59-78, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>. Acesso em: 22 ago. 2022.

LEHTOVAARA, J.; SEPPÄNEN, O.; PELTOKORPI, A. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/42557>. **Lean Construction Journal**, p. 64-75, 2019. Disponível: https://research.aalto.fi/files/40264284/LCJ_19_011.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2022.

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

PACHECO, A. P. G. **Massive open online course em gestão lean na construção civil: modelagem didática-pedagógica baseada em competência**. 2020. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - UFPR, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/69377>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ci.Inf.**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1886>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, p. 2109-2135, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PANAINO, B. B. F. **Treinamento e capacitação dos profissionais da construção civil baseados nos conceitos da mentalidade enxuta**. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - UFSCAR, São Carlos, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8138>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PANSONATO, R. C. **Lean manufacturing**. Curitiba: Contentus, 2020.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan./mar. 2003. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3439>. Acesso em: 6 ago. 2022.

PINHEIRO, J. Q.; FARIAS, T. M.; ABE-LIMA, J. Y. Painel de Especialistas e Estratégia Multimétodos: Reflexões, Exemplos, Perspectivas. **Psico**, v. 44, n. 2, p. 184-192, abr./jun. 2013. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/revistapsico/article/view/11216>. Acesso em: 11 mar. 2022.

PONS, J. F.; RUBIO, I. **Lean Construction y la planificación colaborativa: metodología del Last Planner System**. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2019. Disponível em: <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo: sistemas de produção Lean Manufacturing**. Ed. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ROMANEL, F. B.; FREITAS, M. C. D. Jogo “Desafiando a Produção”: ensinando a construção enxuta na construção civil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 6, n. 3, p. 11-21, jul./set. 2011. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/763>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SAINI, M.; ARIF, M.; KULONDA, D. J. Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes. **Construction Innovation**, v. 18, n. 1, p. 64-89, 2018. <https://doi.org/10.1108/CI-06-2016-0036>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SALEM, O; SOLOMON, J.; GENAIDY, A; MINKARAH, I. Lean Construction: From theory to implementation. **Journal of management in engineering**, ASCE, v. 22, n. 4, p. 168-175, out. 2006. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(168\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168)). Acesso em: 19 mai. 2021.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf. Acesso em: 11 set. 2021.

SINDUSCON/SP - Sindicato da Construção Civil de São Paulo. **Produtividade na Construção**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia - Fundação Getúlio Vargas, 2015, 36 p. Disponível em: http://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2016/01/Produtividade_estudo.pdf. Acesso em: 11 mai. 2021.

SOUZA, L. S. **Animação educacional para trabalhadores da construção civil com base na construção enxuta**. 2018. 229 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - UFSC, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193505>. Acesso em: 22 ago. 2022.

STRUCHINER, M.; RICCIARDI, R. M. V.; VETROMILLE, V. P. O painel de especialistas no processo de apreciação analítica de sistemas hiperfície para o ensino de graduação. *In: Congresso RIBIE, 4, 1998, Brasília. Anais[...]* Brasília: RIBIE, 1998, p. 1-12. Disponível em: http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/170.pdf. Acesso em: 21 set. 2021.

TASCA, J. E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ALVES, M. B. M. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. **Journal of European industrial training**, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/03090591011070761>. Acesso em: 22 ago. 2022.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C.; ALVES, T. Visual management in Brazilian construction companies: taxonomy and guidelines for implementation. **Journal of management in engineering**, v. 31, n. 6, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000354](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000354). Acesso em: 12 ago. 2022.

TUBINO, D. F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção**: a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

WAMBEKE, B. W.; LIU, M.; HSIANG, S. M. Using Last Planner and a Risk Assessment Matrix to Reduce Variation in Mechanical Related Construction Tasks. **J. Constr. Eng. Manage.**, ASCE, v. 138, n. 4, p. 491-498, 2012. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000444](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000444). Acesso em: 12 ago. 2022.

WANG, P.; Wu, P.; CHI, H. L.; LI, X. Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping. **Automation in Construction**, v. 119, 103355, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103355>. Acesso em: 22 ago. 2022.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - UFPR, Curitiba, 2009. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/24493>. Acesso em: 8 ago. 2022.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YOSHINO, R. T. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. 2008. 315 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - USP, São

Paulo, 2008. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-19082008-131711/publico/RuiTadashiYoshino.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022.

APÊNDICE A – Versão inicial do questionário para avaliação do projeto

Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
1 Identificação do curso					
1.1 A apresentação introduz as principais informações necessárias para a compreensão do projeto.					
1.2 O título identifica o curso de maneira clara e objetiva.					
1.3 O público-alvo e os pré-requisito para participação do curso estão bem definidos.					
1.4 A estimativa de público está coerente com a metodologia proposta para o curso.					
1.5 A carga-horária prevista está em consonância com o conteúdo programático e a metodologia do curso.					
1.6 A abrangência prevista para o curso é factível.					
2 Justificativa					
2.1 Na justificativa são consideradas demandas atuais do setor da Construção Civil.					
2.2 A justificativa apresenta argumentos que explicitam a relevância do curso para o público-alvo.					
3 Objetivos					

3.1 Os objetivos estão bem definidos.					
3.2 Os objetivos estão adequados ao propósito do projeto.					
4 Fundamentação teórica					
4.1 A proposta do curso está devidamente embasada por fontes documentais e bibliográficas.					
4.2 As ideias apresentadas na fundamentação teórica auxiliam na compreensão do projeto.					
5 Metodologia do curso					
5.1 Os procedimentos e recursos da metodologia estão adequados ao nível e à modalidade de ensino.					
5.2 A metodologia proposta favorece a integração entre os pilares Ensino, Pesquisa e Extensão.					
5.3 Os instrumentos para avaliação dos estudantes estão em consonância com os objetivos do curso.					
5.4 Os instrumentos para avaliação do curso pelo público e pela equipe são pertinentes.					
6 Organização curricular					
6.1 Os conteúdos estão coerentes com os objetivos do curso.					
6.2 Os conteúdos foram organizados em uma sequência lógica.					
6.3 A carga horária de cada unidade está adequada aos conteúdos previstos.					

7 Cronograma					
7.1 O cronograma está bem organizado.					
7.2 A carga horária semanal está adequada à modalidade do curso e à metodologia proposta.					
8 Recursos					
8.1 Estão previstos os recursos humanos essenciais para a realização do curso.					
8.2 Estão previstos os recursos materiais essenciais para a realização do curso.					
9 Certificação					
9.1 O critério para a obtenção da certificação é apropriado.					
9.2 A certificação a ser obtida pelos cursistas concluintes está bem especificada.					
10 Estrutura e <i>layout</i> do projeto					
10.1 O projeto está estruturado de uma forma que facilita o seu entendimento.					
10.2 Os elementos visuais estão distribuídos de maneira adequada.					

APÊNDICE B – Formulário para validação de conteúdo do questionário

Pesquisa: “Capacitação em Lean Construction para profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção”

Prezado(a) participante,

Nesta primeira etapa da pesquisa será realizada a validação de conteúdo do questionário que será utilizado para avaliar o projeto de curso de qualificação profissional intitulado: “Lean Construction: a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil”.

Na próxima seção será apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a participação na pesquisa. Em seguida, serão apresentadas as questões para avaliar a abrangência dos domínios do questionário e, por fim, será realizada a avaliação da clareza e da pertinência dos itens do instrumento.

Levando-se em conta a análise das avaliações e considerações dos(as) especialistas nesta etapa, será construída a versão definitiva do questionário. Após a realização dos ajustes necessários, será encaminhado o formulário eletrônico contendo a versão definitiva do instrumento que será utilizado para avaliar o projeto de curso.

Agradeço desde já por sua contribuição.

Prof. Jonas Leite Costa
IFSP - Campus Caraguatatuba

*Obrigatório

1. E-mail *

Termo de
Consentimento
Livre e
Esclarecido
(TCLE)

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa "Capacitação em Lean Construction para profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção", sob a responsabilidade do pesquisador Jonas Leite Costa. Nesta pesquisa pretendemos apresentar um projeto de curso para a capacitação de profissionais da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção em conceitos do Lean Construction. Para atingir esse objetivo, foi elaborada uma proposta de curso de qualificação profissional e um instrumento para a sua avaliação. Por meio da metodologia do painel de especialistas, propõe-se validar o instrumento quanto à sua abrangência, pertinência e clareza e, posteriormente, avaliar os principais aspectos do projeto fazendo uso do questionário validado.

Há benefícios e riscos decorrentes de sua participação na pesquisa. Os benefícios consistem no compartilhamento de informações e experiências sobre a área de estudo desta pesquisa. Além disso, a participação dos especialistas será fundamental para a melhoria da qualidade do projeto do curso de qualificação. Os riscos desta pesquisa serão mínimos, já que a identidade dos participantes não será divulgada.

Para evitar que ocorram danos, os dados dos(as) participantes serão mantidos em sigilo e as questões apresentadas aos(às) participantes estarão estritamente relacionadas à avaliação de elementos do projeto de curso de qualificação, não havendo a coleta de dados sensíveis. Caso haja algum dano ao(à) participante será garantido ao(à) mesmo(a) procedimentos que visem sua reparação e o direito a buscar indenização.

Para participar deste estudo o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. O(A) Sr.(a) receberá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para recusar-se a participar e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma fase da pesquisa e nem em publicação que possa resultar. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos.

Este termo de consentimento será registrado em duas vias,

sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao(à) senhor(a). Para qualquer outra informação o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com o pesquisador por telefone (12) 97898-0585 (inclusive ligações a cobrar) e e-mail jonascosta1@gmail.com.

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, o(a) Sr.(a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UNITAU na Rua Visconde do Rio Branco, 210 – centro – Taubaté, telefone (12) 3624-1657, e-mail: cep.unitau@unitau.br

O pesquisador responsável declara que a pesquisa segue a Resolução CNS 510/16.

2. Consentimento pós-informação *

Declaro que fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "Capacitação em Lean Construction para profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção" de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações sobre a pesquisa e me retirar da mesma sem prejuízo ou penalidade. Declaro que concordo em participar e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Marcar apenas uma oval.

- Concordo em participar.
- Não concordo em participar.

Validação
de conteúdo
do
questionário

Neste primeiro momento, será realizada a análise dos domínios do questionário. Para isso, pedimos que verifique a abrangência dos domínios do instrumento, considerando em sua avaliação o seguinte conceito de abrangência:

• **Abrangência:** verificar se cada domínio ou aspecto foi adequadamente coberto pelo conjunto de itens.

Utilize a escala de concordância para avaliar a abrangência de cada domínio, assinalando o campo correspondente a sua resposta. Abaixo de cada domínio avaliado, deixamos um espaço para que possa propor a inclusão ou exclusão de itens ou realizar sugestões de melhorias nos itens existentes.

3. Domínio 1 - Identificação do curso: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 1 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 1 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Sugestões para os itens do Domínio 1:

5. Domínio 2 - Justificativa: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 2 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 2 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Sugestões para os itens do Domínio 2:

7. Domínio 3 - Objetivos: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 3 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 3 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Sugestões para os itens do Domínio 3:

9. Domínio 4 - Fundamentação teórica: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 4 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 4 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Sugestões para os itens do Domínio 4:

11. Domínio 5 - Metodologia do curso: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 5 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 5 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Sugestões para os itens do Domínio 5:

13. Domínio 6 - Organização curricular: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 6 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 6 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Sugestões para os itens do Domínio 6:

15. Domínio 7 - Cronograma: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 7 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 7 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Sugestões para os itens do Domínio 7:

17. Domínio 8 - Recursos: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 8 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 8 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Sugestões para os itens do Domínio 8:

19. Domínio 9 - Certificação: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 9 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 9 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Sugestões para os itens do Domínio 9:

21. Domínio 10 - Estrutura e layout do projeto: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Não concordo
Cada item do Domínio 10 realmente expressa seu conteúdo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os itens do Domínio 10 devem permanecer nesse domínio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Sugestões para os itens do Domínio 10:

**Validação
de conteúdo
do
questionário**

Neste segundo momento, será realizada a análise dos itens do questionário. Para isso, pedimos que verifique a clareza e a pertinência de cada item do instrumento, considerando em sua avaliação os seguintes conceitos de clareza e pertinência:

- **Clareza:** avaliar a redação, ou seja, verificar se o item pode ser bem compreendido e se expressa adequadamente o que se pretende medir.
- **Pertinência:** verificar se o item possui relação com conceitos envolvidos no projeto e se é relevante para avaliar a proposta.

Avalie cada item quanto à clareza e à pertinência, selecionando o campo correspondente a sua resposta.

Domínio 1 - Identificação do curso

23. Item 1.1: A apresentação introduz as principais informações necessárias para a compreensão do projeto. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Item 1.2: O título identifica o curso de maneira clara e objetiva. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Item 1.3: O público-alvo e os pré-requisitos para participação do curso estão bem definidos. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Item 1.4: A estimativa de público está coerente com a metodologia proposta para o curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Item 1.5: A carga-horária prevista está em consonância com o conteúdo programático e a metodologia do curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Item 1.6: A abrangência prevista para o curso é factível. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 2 - Justificativa

29. Item 2.1: Na justificativa são consideradas demandas atuais do setor da Construção Civil. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Item 2.2: A justificativa apresenta argumentos que explicitam a relevância do curso para o público-alvo. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 3 - Objetivos

31. Item 3.1: Os objetivos estão bem definidos. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Item 3.2: Os objetivos estão adequados ao propósito do projeto. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 4 - Fundamentação teórica

33. Item 4.1: A proposta do curso está devidamente embasada por fontes documentais e bibliográficas. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Item 4.2: As ideias apresentadas na fundamentação teórica auxiliam na compreensão do projeto. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 5 - Metodologia do curso

35. Item 5.1: Os procedimentos e recursos da metodologia estão adequados ao nível e à modalidade de ensino. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

36. Item 5.2: A metodologia proposta favorece a integração entre os pilares Ensino, Pesquisa e Extensão. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. Item 5.3: Os instrumentos para avaliação dos estudantes estão em consonância com os objetivos do curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

38. Item 5.4: Os instrumentos para avaliação do curso pelos cursistas e pela equipe são pertinentes. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. Item 6.1: Os conteúdos estão coerentes com os objetivos do curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

40. Item 6.2: Os conteúdos foram organizados em uma sequência lógica. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. Item 6.3: A carga horária de cada unidade está adequada aos conteúdos previstos. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 7 - Cronograma

42. Item 7.1: O cronograma está bem organizado. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

43. Item 7.2: Os conteúdos foram organizados em uma sequência lógica. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 8 - Recursos

44. Item 8.1: Estão previstos os recursos humanos essenciais para a realização do curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

45. Item 8.2: Estão previstos os recursos materiais essenciais para a realização do curso. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 9 - Certificação

46. Item 9.1: O critério para a obtenção da certificação é apropriado. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

47. Item 9.2: A certificação a ser obtida pelos cursistas concluintes está bem especificada. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Domínio 10 - Estrutura e layout do projeto

48. Item 10.1: O projeto está estruturado de uma forma que facilita o seu entendimento. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

49. Item 10.2: Os elementos visuais estão distribuídos de maneira adequada. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Não	2 - Pouco	3 - Bastante	4 - Muito
O item é claro, está compreensível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O item é relevante para o conceito avaliado, é pertinente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C – Formulário para avaliação do projeto pelos especialistas

Pesquisa: “Capacitação em Lean Construction para profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção”

Prezado(a) participante,

Considerando a análise dos resultados obtidos na primeira etapa da pesquisa, foi possível obter as novas versões do questionário e do projeto de curso.

A partir dessas novas versões, será feita a avaliação do projeto de curso de qualificação profissional intitulado: “Lean Construction: a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil”.

Espera-se que, com a realização desta segunda etapa, seja possível identificar pontos de melhorias para o aprimoramento do projeto.

Agradeço desde já por sua contribuição.

Prof. Jonas Leite Costa
IFSP - Campus Caraguatatuba

***Obrigatório**

1. E-mail *

1. Identificação do curso

2. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
O título identifica o curso de maneira clara e objetiva.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A apresentação introduz as principais informações necessárias para a compreensão do projeto.	<input type="radio"/>				
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

O informativo (Apêndice I) apresenta as principais informações necessárias para divulgação do curso para o público-alvo.	<input type="radio"/>				
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

O público-alvo e os pré-requisito para participação do curso estão bem definidos.	<input type="radio"/>				
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

A estimativa de público está coerente com a metodologia proposta para o curso.	<input type="radio"/>				
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Os critérios de seleção são pertinentes.	<input type="radio"/>				
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

A carga-horária prevista está em consonância com o conteúdo programático e a metodologia do curso.	<input type="radio"/>				
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

O horário de aulas sugerido é apropriado para a participação do público-alvo.

A abrangência prevista está adequada à modalidade de oferta do curso.

3. Considerações e sugestões para o tópico "Identificação do curso".

2 Justificativa

4. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Na justificativa são consideradas demandas atuais da indústria da Construção Civil.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Na justificativa são consideradas demandas atuais da indústria da Construção Civil.

A justificativa apresenta argumentos que explicitam a relevância do curso para o público-alvo.

5. Considerações e sugestões para o tópico "Justificativa".

3 Objetivos

6. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Os objetivos estão bem definidos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os objetivos estão adequados ao propósito do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Considerações e sugestões para o tópico "Objetivos".

4 Fundamentação legal

8. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
São apresentados os principais aspectos legais envolvidos na oferta de cursos de qualificação profissional.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A proposta do curso está condizente com as finalidades e objetivos dos Institutos Federais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Considerações e sugestões para o tópico "Fundamentação legal".

5 Referencial teórico

10. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
O referencial teórico apresenta os principais temas de estudo para alcance dos objetivos propostos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As ideias apresentadas na fundamentação teórica auxiliam na compreensão do projeto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Considerações e sugestões para o tópico "Referencial teórico".

6 Metodologia do curso

12. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Os procedimentos e recursos da metodologia estão adequados ao nível e à modalidade de ensino.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta favorece a integração entre os pilares Ensino, Pesquisa e Extensão.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os instrumentos para avaliação dos estudantes estão em consonância com os objetivos do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os instrumentos para avaliação do curso pelo público e pela equipe são pertinentes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Considerações e sugestões para o tópico "Metodologia do curso".

7 Organização curricular

14. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Os conteúdos estão coerentes com os objetivos do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os conteúdos foram organizados em uma sequência lógica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A carga horária de cada unidade está adequada aos conteúdos previstos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O plano de ensino resumido (Apêndice III) apresenta as informações fundamentais para o planejamento da oferta do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Considerações e sugestões para o tópico "Organização curricular".

8 Cronograma

16. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
O cronograma está bem organizado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os conteúdos estão distribuídos de forma coesa no cronograma.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A carga horária semanal está adequada à modalidade do curso e à metodologia proposta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Considerações e sugestões para o tópico "Cronograma".

18. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Estão previstos os recursos humanos essenciais para a realização do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estão previstos os recursos materiais essenciais para a realização do curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Considerações e sugestões para o tópico "Recursos".

10 Certificação

20. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
O critério para a obtenção da certificação é apropriado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A certificação a ser obtida pelos cursistas concluintes está bem especificada.

21. Considerações e sugestões para o tópico "Certificação".

Avaliação geral do projeto

22. Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância. *

Marcar apenas uma oval por linha.

1 - Discordo fortemente 2 - Discordo 3 - Neutro 4 - Concordo 5 - Concordo fortemente

O projeto está estruturado de uma forma que facilita o seu entendimento.

Os elementos visuais estão distribuídos de maneira adequada.

23. De uma forma geral, como você avalia o projeto? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Muito ruim Muito bom

24. Considerações e sugestões gerais.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D – Versão final do projeto de curso de qualificação

Disponível na próxima página.

Projeto de Curso de Qualificação
Profissional

Lean Construction
a Mentalidade Enxuta aplicada à
Construção Civil

Taubaté
2022

Projeto de Curso de Qualificação
Profissional

Lean Construction

a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil

Projeto de curso de qualificação profissional elaborado como parte da dissertação “Capacitação em *Lean Construction* para profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção” do Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Autor: Jonas Leite Costa

Orientadora: Profa. Dra. Miroslava Hamzagic

Taubaté
2022

Sumário

1 Identificação do curso	133
1.1 Apresentação	133
1.2 Dados gerais	133
2 Justificativa	135
3 Objetivos	138
3.1 Objetivo geral	138
3.2 Objetivos específicos	138
3.3 Perfil do egresso	138
4 Fundamentação legal	139
5 Referencial teórico	141
6 Metodologia do curso	145
6.1 Relação Ensino, Pesquisa e Extensão.....	145
6.2 Avaliação do estudante	146
6.3 Avaliação do curso	146
7 Organização curricular	147
8 Cronograma	149
9 Recursos	152
9.1 Recursos humanos	152
9.2 Recursos materiais.....	153
10 Certificação	154
Referências	155
Apêndice I	158
Apêndice II	160
Apêndice III	162

1 Identificação do curso

1.1 Apresentação

Este projeto apresenta um curso de qualificação para a formação continuada de profissionais e estudantes de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) em conceitos do *Lean Construction*. O curso será ofertado na modalidade de Educação à Distância (EAD) por meio de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O curso contará com aulas síncronas e assíncronas, materiais escritos e conteúdos audiovisuais, que permitirão a construção de conhecimentos acerca dos assuntos abordados no curso. Além disso, serão realizadas atividades individuais e coletivas com a finalidade de proporcionar um ambiente estimulante para a interação e o compartilhamento de experiências entre os participantes. Com a realização deste curso, espera-se que os participantes possam entender os principais aspectos do sistema de produção *Lean*, possam conhecer os princípios, ferramentas e aplicações do *Lean Construction* e possam elaborar soluções baseadas na mentalidade *Lean* para demandas da Construção Civil. Um proposta de informativo para a divulgação do curso para o público-alvo está disponível no Apêndice I deste projeto.

1.2 Dados gerais

Título: *Lean Construction: a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil.*

Instituição: Nome da instituição ofertante.

Campus: *Campus* da instituição ofertante.

Localização: Localização do *campus* da instituição ofertante.

Tipo da Ação: Curso de qualificação profissional na modalidade EAD.

Público-alvo: Arquitetos(as), Engenheiros(as), Tecnólogos(as) e estudantes de nível superior da área de Construção Civil.

Pré-requisitos: Possuir diploma de nível superior em cursos de Arquitetura, Engenharia ou Tecnologia da área de Construção Civil ou atestado de matrícula regular em um desses cursos.

Estimativa de público: A quantidade de participantes irá depender da disponibilidade de pessoal e infraestrutura de cada instituição. Recomenda-se que sejam previstos, no máximo, 40 participantes por turma, a fim de gerar maior proximidade com os estudantes e promover a interação e participação de todos.

Critérios de seleção: As instituições interessadas em ofertar o curso poderão definir o percentual de vagas destinadas a profissionais e estudantes de acordo com a demanda local por qualificação em conceitos do *Lean Construction*. Ressalta-se que deverão ser observados os aspectos legais quanto à reserva de vagas para candidatos pretos, pardos e indígenas e para pessoas com deficiência. Sugere-se que a classificação dos profissionais já graduados seja feita pela ordem de inscrição no curso. A seleção dos estudantes deverá priorizar aqueles com maior porcentagem de integralização do curso, que poderá ser calculada da seguinte forma: $(n^{\circ} \text{ de semestres integralizados pelo estudante} / n^{\circ} \text{ total de semestres do curso}) \times 100$. Caso haja empate na classificação de estudantes, a ordem de inscrição poderá ser utilizada como critério de desempate.

Carga horária: 60 horas.

Justificativa da carga horária: A carga horária especificada é necessária para que sejam abordados todos os assuntos teóricos e práticos do curso e para que seja possível desenvolver atividades individuais e coletivas para a compreensão e fixação dos conteúdos.

Horário de aulas: preferencialmente aos sábados no período da manhã.

Abrangência: Considerando que o curso será ofertado na modalidade EAD, espera-se que a sua abrangência seja ao menos regional.

Área de Conhecimento: Engenharias.

Área temática principal: Tecnologia e Produção.

2 Justificativa

O setor da Construção Civil possui grande importância na economia brasileira. De acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), entre os anos de 2011 e 2014, a participação da Construção Civil representava mais de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Nos anos seguintes, com o agravamento da crise econômica iniciada em 2008 e a consequente diminuição de investimentos no setor, houve redução de sua participação na economia, passando a representar cerca 3,7% do PIB de 2019 (DIEESE, 2020).

Apesar da redução da participação da Construção Civil no PIB, o setor ainda possui forte influência na geração de empregos. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que, em 2020, a média de trabalhadores empregados na construção civil foi de 5,9 milhões pessoas, representando cerca de 6,81% de todos os postos ocupados no país (CBIC, 2021). Isso indica que, além da importância para os resultados econômicos do país, o setor possui relevância social.

Embora seja reconhecida a importância do setor para o desenvolvimento do país, a Construção Civil brasileira ainda é marcada por sua baixa produtividade. Em 2013, em comparação a outros 16 países – Austrália, Canadá, China, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Itália, Japão, Coreia do Sul, México, Holanda, Portugal, Rússia, Suécia e Estados Unidos –, a produtividade do trabalho na Construção Civil brasileira era 69,5% menor que a média de produtividade de outros países. Ou seja, ao empregar a mesma quantidade de recursos, o valor produzido representava apenas 30,5% da média dos outros países da comparação (SINDUSCON/SP, 2015).

Considerando esse cenário, as empresas do setor da Construção Civil têm empenhado seus esforços em melhorias de gestão e em técnicas construtivas mais eficientes. O uso isolado de tecnologias e processos industrializados sem melhoria de gestão resulta, muitas vezes, em maior desperdício e poucos ganhos de produtividade (SINDUSCON/SP, 2015).

Nesse sentido, os métodos de gestão devem atuar para o fortalecimento das diversas ações da empresa, e não apenas para a melhoria das atividades do canteiro

de obras. Todas as operações devem ser avaliadas a fim de se determinar os pontos que devem ser priorizados para a obtenção de melhores resultados. A inserção de métodos de gestão mais eficientes pode contribuir para que as empresas de construção obtenham ganhos abrangentes em sua produtividade e, desta forma, mantenham-se competitivas (ERNST & YOUNG, 2014).

Dentre os métodos de gestão que vêm sendo empregados na Construção Civil, a aplicação de conceitos Lean nas obras apresenta resultados tangíveis como: menor tempo de execução, redução de custos e maior satisfação dos clientes. Além disso, observa-se maior organização e segurança nos canteiros de obras em que são aplicados os conceitos *Lean*. Essas melhorias são potencializadas pelos processos de aprendizagem e melhoria contínua, que possibilitam a participação ativa dos trabalhadores na resolução de problemas (SALEM et al., 2006).

Ao levar em conta o momento atual, de agravamento da crise econômica e alta nos preços de insumos ocasionadas pela pandemia de Covid-19, observa-se que a melhoria de desempenho e a redução dos desperdícios são fundamentais para a sobrevivência das empresas no mercado.

Nesse sentido, a adoção da mentalidade *Lean* na Construção Civil surge como importante oportunidade para a racionalização dos processos e para o aumento de competitividade das organizações. Para que isso ocorra, é necessário que haja a capacitação dos profissionais que atuam nesse setor, a fim de que possam conhecer, entender e aplicar os princípios e ferramentas *Lean* nas diferentes atividades da Construção Civil.

Embora a Mentalidade *Lean* seja amplamente difundida em diversos setores industriais e seja reconhecida a importância de incorporar seus conceitos no currículo dos cursos de AEC, ainda há poucas iniciativas em instituições de ensino brasileiras que abordam essa necessidade de formação (MATUSZAK, 2020).

Dessa forma, este projeto tem como propósito ofertar qualificação em conceitos do *Lean Construction* para profissionais de AEC por Institutos Federais de diferentes localidades.

Com a realização do curso, espera-se oferecer um ambiente propício para o desenvolvimento de iniciativas *Lean* que visem a melhoria contínua e a redução de desperdícios nas diversas atividades da Construção Civil. Além de poder proporcionar ganhos de produtividade, qualidade e segurança às construções, o curso de

qualificação profissional poderá proporcionar oportunidades de *networking* e compartilhamento de experiências entre participantes, contribuindo para o desenvolvimento profissional e maior empregabilidade.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

Proporcionar sólidos conhecimentos em *Lean Construction*, de modo a contribuir para o desenvolvimento profissional e para a ampliação das oportunidades de trabalho dos participantes.

3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do curso compreendem:

- Conhecer os principais aspectos do sistema de produção *Lean*;
- Entender os princípios, ferramentas e aplicações do *Lean Construction*;
- Elaborar soluções baseadas na mentalidade *Lean* para demandas da Construção Civil.

3.3 Perfil do egresso

O participante egresso do curso deverá demonstrar compreensão dos principais conceitos da filosofia *Lean* e suas aplicações às atividades da Construção Civil, estando apto a desempenhar, com autonomia, a identificação de desperdícios nos processos produtivos e atuar para a melhoria contínua a partir de tomadas de decisões baseadas nos princípios e ferramentas do *Lean Construction*.

O egresso deverá ser capaz de associar os novos conhecimentos com aqueles obtidos em suas trajetórias acadêmica e profissional, atuando de forma técnica e ética nas situações vividas no mundo do trabalho. Além de demonstrar conhecimento teórico-científico, espera-se que o egresso possa desempenhar suas atribuições de forma crítica e colaborativa, compreendendo que a valorização das pessoas é um componente fundamental para a implementação de práticas *Lean*.

O profissional da área de AEC capacitado em conceitos do *Lean Construction* poderá atuar em instituições públicas e privadas ou em seu próprio negócio, empenhando seus esforços e conhecimentos para a melhoria das atividades de planejamento, execução e controle dos empreendimentos.

4 *Fundamentação legal*

A expressão “qualificação profissional” tem sido utilizada em todo o mundo para caracterizar as ações de preparo para o trabalho, tanto em níveis iniciais quanto em níveis ocupacionais mais elevados (BRASIL, 2018a). No Brasil, os cursos de formação continuada ou qualificação profissional são regulamentados pela Lei nº 9.394/1996 (BRASIL, 1996), que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), pelo Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004), que regulamenta dispositivos da Educação Profissional e Tecnológica da LDB, pela Lei nº 11.741/2008 (BRASIL, 2008a), que altera dispositivos da Educação Profissional e Tecnológica da LDB, pelo Decreto nº 8.268/2014 (BRASIL, 2014), que altera o Decreto nº 5.154/2004 e regulamenta dispositivos da Educação Profissional e Tecnológica da LDB, e pela Resolução CNE/CP nº 1/2021 (BRASIL, 2021), que define as diretrizes curriculares nacionais gerais para a Educação Profissional e Tecnológica.

A qualificação profissional abrange as ações de capacitação, aperfeiçoamento e atualização e pode ser realizada em todos os níveis de escolaridade. Os cursos de qualificação têm como propósito preparar jovens e adultos para a vida social e produtiva, promovendo a inserção e reinserção de profissionais no mundo do trabalho. (BRASIL, 2018b).

Em suma, a regulamentação estabelece que os cursos de qualificação profissional de trabalhadores deverão ser ofertados de forma a atender às demandas de capacitação, atualização e aperfeiçoamento de acordo com os arranjos produtivos locais, podendo estar sujeitos a avaliação, reconhecimento e certificação por parte das instituições que os ofereçam (BRASIL, 1996; BRASIL, 2004; BRASIL, 2008a; BRASIL, 2021).

De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2018b), as seguintes instituições podem oferecer cursos de formação inicial e continuada ou qualificação profissional:

- as redes federal, estaduais, distrital e municipais de educação profissional e tecnológica;
- os Serviços Nacionais de Aprendizagem (SNAs);

- instituições privadas de educação profissional e tecnológica;
- escolas habilitadas para oferta de cursos no Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec).

Nesse cenário, os Institutos Federais de Educação Profissional, Científica e Tecnológica surgem como instituições de destaque para o atendimento de demandas sociais e profissionais das regiões onde estão inseridos.

Dentre as finalidades dos Institutos Federais, pode-se destacar:

Ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional (BRASIL, 2008b, p. 4).

Além disso, consta como um dos objetivos dos Institutos Federais:

Ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica (BRASIL, 2008b, p. 4).

Considerando a extensão da vida profissional dos trabalhadores e as constantes inovações tecnológicas que vêm ocorrendo nos últimos anos, a oferta de qualificação profissional por Institutos Federais atende à necessidade de formação ao longo da vida produtiva, incorporando novos conhecimentos e tecnologias essenciais para o exercício profissional.

Em geral, os Institutos Federais oferecem qualificação profissional por meio de ações de extensão para a comunidade e/ou por meio de acordos de cooperação com empresas. Para a adequada oferta da qualificação proposta neste projeto, cada instituição deverá considerar suas especificidades e os aspectos legais e normativos locais.

5 Referencial teórico

O sistema de produção *Lean*, amplamente utilizado na indústria manufatureira, surgiu na Toyota Motor Company do Japão no início da década de 1950. Devido às limitações da indústria japonesa e ao momento econômico vivido pelo país após o fim da Segunda Guerra Mundial, os engenheiros da empresa chegaram à conclusão de que o modelo de produção em massa, adotado principalmente nos Estados Unidos da América (EUA), não poderia ser aplicado na indústria automobilística japonesa (DENNIS, 2008).

A falta de capital para investimentos favoreceu a criação de células de produção menores, com máquinas flexíveis e trabalhadores qualificados em diversas tarefas. As restrições legais relacionadas à demissão de trabalhadores permitiram que se criasse dentro da empresa um ambiente estável e colaborativo, fomentando o envolvimento dos trabalhadores na participação e resolução de problemas. O sistema de produção *Lean* tornou-se uma filosofia que fazia de suas necessidades suas virtudes (DENNIS, 2008).

Ao adotar a produção em pequenos lotes, a Toyota viu seus custos serem reduzidos consideravelmente. Isso porque, produzir em lotes menores, diminuía os recursos financeiros necessários para o armazenamento de grandes quantidades de peças processadas e, além disso, essa forma de produzir permitia a identificação quase que imediata de erros de fabricação. A partir dessas observações, a Toyota focou na eliminação completa de desperdícios, o que culminou na melhoria de qualidade de produtos fabricados (WOMACK; JONES; ROSS, 2004). Percebeu-se, também, que outras exigências como diversidade de produtos e entrega rápida somente seriam satisfeitas ao passo que fossem eliminados completamente os desperdícios. Desse modo, concluiu-se que a sobrevivência e êxito da empresa no mercado dependeria da otimização dos processos por meio da eliminação das perdas (SHINGO, 2007).

À medida que o Sistema Toyota de Produção (STP) se consolidava, a necessidade de reparo de peças caiu continuamente. Além da melhoria da qualidade dos produtos, verificou-se que nas fábricas da Toyota praticamente não havia espaços para reparos ou retrabalho, o que contrastava fortemente com as fábricas de produção

em massa que dedicavam cerca de 20% de sua área operacional e 25% do total de horas de trabalho para a correção de erros de produção (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Com o sucesso do STP no Japão, empresas de diversas partes do mundo passaram a observar com mais atenção os procedimentos adotados pela Toyota. No ocidente, a maior difusão das ideias do STP se deu a partir dos estudos realizados no Massachusetts Institute of Technology (MIT) nos anos de 1980 e do lançamento da primeira edição do livro "*The Machine That Changed the World*", publicado pelos pesquisadores James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos em 1990. A expressão *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, foi adotada para se referir ao STP pois, em comparação à Produção em Massa, essa nova forma de produzir utilizava menos recursos para produzir mais valor. A partir da difusão das ideias do *Lean Thinking*, várias organizações passaram a adotar essa nova perspectiva de produção com a finalidade de reduzirem cada vez mais seus desperdícios e se tornarem mais competitivas (YOSHINO, 2008).

Baseando-se nas ideias do *Lean Manufacturing*, em 1996, os pesquisadores James Womack e Daniel Jones estruturaram os cinco princípios fundamentais do *Lean Thinking* com o intuito de auxiliar gestores a iniciar a transformação *Lean* em suas organizações (PONS; RUBIO, 2019). Esses princípios estão apresentados a seguir:

- Valor: investigar o que representa efetivamente o valor para o cliente e oferecer o maior valor agregado possível, sem desperdícios (PICCHI, 2003).
- Fluxo de valor: identificar e eliminar qualquer tipo de desperdício ao longo de toda a cadeia de valor, eliminando passos ou etapas desnecessários (PONS; RUBIO, 2019).
- Fluxo: fazer com que as atividades que agregam valor fluam de maneira contínua ao longo da cadeia de valor (PONS; RUBIO, 2019).
- Puxar: permitir que o cliente puxe o produto de acordo com suas necessidades, ou seja, produzir de acordo com a demanda dos clientes internos e externos (PICCHI, 2003).

- Perfeição: desenvolver dentro da empresa uma cultura de melhoria contínua, de modo a envolver a todos na busca pela perfeição e no combate ao desperdício (PANSONATO, 2020).

Os princípios *Lean* extrapolaram sua aplicação na indústria manufatureira e, atualmente, são utilizados em empresas de diversas finalidades. De modo geral, ao aplicar os princípios *Lean Thinking* em um processo, espera-se obter maior produtividade, foco nas atividades que agregam valor, redução de desperdícios, melhoria contínua, simplificação pela gestão visual e maior engajamento dos trabalhadores (WOMACK; JONES, 2004).

Na Construção Civil, as práticas do *Lean Construction* têm sido adotadas por um número crescente de empresas (MELO; DESCHAMPS; COSTA, 2017). Essas práticas se baseiam em conceitos do *Lean Manufacturing* e podem ser aplicadas a qualquer tipo de construção, sendo particularmente adequadas à gestão de projetos complexos, incertos e rápidos (HOWELL, 1999).

Com o intuito de oferecer diretrizes para que a filosofia *Lean* pudesse ser implementada na indústria da Construção Civil, Kokela (1992) propôs a adoção de onze princípios no processo de execução de obras, conforme descritos a seguir:

- Reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor da saída considerando os requisitos do cliente;
- Reduzir a variabilidade do processo;
- Reduzir o tempo de ciclo de uma atividade;
- Simplificar através da minimização do número de passos e partes;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Ter foco no controle de todo o processo;
- Gerar melhoria contínua;
- Melhorar o equilíbrio do fluxo com melhoria nas conversões;
- Benchmarking.

Os princípios do *Lean Construction* apresentam importantes diretrizes a serem consideradas para que as empresas de construção possam melhorar a segurança, a qualidade e a eficiência na execução de projetos. Ressalta-se que, para a correta implementação da filosofia *Lean Construction*, todos os interessados devem estar

comprometidos com seus princípios, tanto nas fase de concepção do projeto, quanto na fase de execução (DÍAZ; RIVERA; GUERRA, 2014).

Assim como na indústria, a participação dos trabalhadores é peça-chave para o êxito da aplicação da filosofia *Lean* na Construção Civil. Nesse aspecto, é fundamental que todos os colaboradores da empresa entendam que as práticas *Lean* não são um conjunto de ferramentas e regras, mas sim uma nova perspectiva de produção que visa a melhoria contínua de todos os processos da organização (HIROTA *et al.*, 2000).

A implementação das práticas *Lean* na Construção Civil não é uma tarefa simples, pois requer mudanças conceituais e práticas nas organizações. A aceitação e assimilação dos conceitos pelos trabalhadores é o principal desafio para a aplicação exitosa da abordagem *Lean* nas obras. Dessa forma, é necessário que as empresas realizem esforços para superar as práticas convencionais e desenvolvam nos trabalhadores uma nova mentalidade (KOSKELA *et al.*, 2002).

Nesse sentido, a aquisição de novas competências profissionais pode ocorrer com o auxílio de cursos de qualificação ou pela diversificação das experiências profissionais. Essas competências podem ser entendidas como a capacidade de o trabalhador exercer suas atividades de maneira eficiente e eficaz, alocando seus saberes em análises, inferências, generalizações, analogias, associações, entre outros, de seu contexto profissional (RAMOS, 2002).

Para que os profissionais possam desenvolver as competências almeçadas e as habilidades associadas a elas, nas ações de capacitação, devem ser adotadas metodologias capazes de relacionar os novos conhecimentos com as ações e processos de trabalho nos quais os sujeitos estão inserido. As situações de aprendizagem propostas nos programas devem abranger problemas e projetos desafiadores, reais ou simulados, que proporcionem tomadas de decisão tipicamente vividas no ambiente de trabalho (RAMOS, 2002).

6 Metodologia do curso

Para que os objetivos do curso sejam atingidos, propõe-se a utilização de diferentes metodologias de ensino. O primeiro encontro do curso deverá ser realizado de forma síncrona para que haja a ambientação dos participantes. Nesse encontro, o professor tutor deverá conhecer melhor os participantes e apresentar as principais informações do curso. Posteriormente, os conteúdos teóricos necessários para a compreensão dos princípios, ferramentas e aplicações poderão ser ministrados por meio de aulas expositivas síncronas ou assíncronas. Quando forem realizadas aulas síncronas, o professor deverá promover o diálogo para que os estudantes possam participar de forma ativa do aprendizado e esclarecimento de dúvidas. Nas atividades ofertadas de forma assíncrona, o professor deverá oportunizar um espaço no AVA para o esclarecimento de dúvidas e debate de ideias. A abordagem dos conteúdos práticos deverá ser realizada em aulas síncronas, a fim de promover o compartilhamento de soluções e ideias baseadas na mentalidade *Lean* para demandas da Construção Civil. Além das atividades síncronas e assíncronas, deverão ser disponibilizados materiais escritos e conteúdos audiovisuais que possam contribuir para a melhor compreensão dos assuntos abordados no curso.

6.1 Relação Ensino, Pesquisa e Extensão

Considerando a indissociabilidade dos pilares Ensino, Pesquisa e Extensão, as atividades de ensino propostas no curso serão articuladas com ações de pesquisa que terão como foco atender a demandas da comunidade. Para que isso ocorra, serão proporcionadas situações de aprendizagem que permitam aos participantes assimilar os conteúdos abordados no curso e construir novos conhecimentos a partir do compartilhamento de soluções para situações concretas. Além de possibilitar a atualização profissional, a aplicação prática dos novos conhecimentos poderá contribuir para a melhoria de qualidade e produtividade no setor da Construção Civil. Ao longo do curso, deverão ser promovidas discussões baseadas em pesquisas atualizadas sobre *Lean Construction*, a fim de apresentar aos participantes o estado atual do tema e as fronteiras do conhecimento. A partir dessas discussões, espera-se

que os participantes possam se aprofundar na investigação dos conceitos e práticas do *Lean Construction* e se tornem disseminadores desses conhecimentos em sua área profissional.

6.2 Avaliação do estudante

A avaliação dos participantes deverá ser realizada de forma contínua, progressiva e diversificada. Para isso, deverá ser considerada a participação e o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas ao longo do curso, tais como fóruns, *quizzes* e questionários, que representarão 40% da nota do curso. Para avaliar a aplicação prática dos conteúdos, propõe-se a realização de um desafio em que os participantes apresentarão seminários em duplas, abordando soluções e ideias baseadas na mentalidade *Lean* para situações que enfrentam nas obras ou para problemas recorrentes da Construção Civil. Além da avaliação realizada pelo professor, propõe-se a avaliação dos seminários pelos próprios participantes e por seus colegas de curso. A avaliação do seminário pelo professor corresponderá a 40% da nota do curso, a autoavaliação a 10% e a avaliação por pares aos 10% restantes. Espera-se que a diversificação das atividades e formas de avaliação possa contribuir para o efetivo aprendizado dos conteúdos e possa estimular a capacidade de análise crítica dos participantes.

6.3 Avaliação do curso

A avaliação do curso será realizada de forma contínua e participativa, de modo a considerar as necessidades levantadas pelos participantes e pela equipe executora ao longo da oferta do curso. Ao final da qualificação, deverá ser proporcionado aos participantes um momento de reflexão acerca dos principais aspectos do curso. Para a realização dessa ação, propõe-se a aplicação do instrumento elaborado pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP) para a avaliação de cursos de formação inicial e continuada pelos participantes, disponível no Apêndice II. A equipe executora deverá realizar reuniões para o acompanhamento do curso e registrar as observações levantadas pelos participantes para a confecção do relatório final. As reflexões e diagnósticos obtidos por meio da avaliação do curso poderão subsidiar ações para melhorias na qualidade e efetividade da qualificação profissional.

7 Organização curricular

O curso está organizado em três unidades, de modo que a participação em cada uma delas proporcione o desenvolvimento das competências e habilidades almeçadas. No Quadro 1 estão descritos a carga horária e os conteúdos de cada unidade. No Apêndice III é apresentada uma proposta de plano de ensino resumido para a oferta do curso.

Quadro 1 - Organização curricular

Unidade 1	Introdução ao <i>Lean Thinking</i>
Carga horária	12 horas
Conteúdo	<p>Fundamentos do <i>Lean Manufacturing</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origens do <i>Lean Manufacturing</i>; • A “casa” do Sistema Toyota de Produção; • Desperdícios no <i>Lean Manufacturing</i>; • Análise crítica do <i>Lean Manufacturing</i>. <p>Princípios do <i>Lean Thinking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor; • Fluxo de valor; • Fluxo contínuo; • Produção puxada; • Perfeição.
Unidade 2	Princípios e Ferramentas do <i>Lean Construction</i>
Carga horária	24 horas
Conteúdo	<p>Princípios do <i>Lean Construction</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir as atividades que não agregam valor; • Aumentar o valor para o cliente; • Reduzir a variabilidade; • Reduzir o tempo de ciclo; • Simplificar o número de passos e partes; • Aumentar a flexibilidade de saída; • Aumentar a transparência; • Ter foco no controle de todo o processo; • Gerar melhoria contínua; • Melhorar o equilíbrio entre fluxo e conversão; • Fazer <i>Benchmarking</i>.

	<p>Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas à Construção Civil:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Just in time</i>; • <i>Heijunka</i>; • <i>Poka Yoke</i>; • 5S; • <i>Kanban</i>; • <i>Andon</i>; • <i>Kaizen</i>; • Ciclo PDCA; • Mapeamento do Fluxo de Valor; • <i>Last Planner System</i>.
Unidade 3	<i>Lean Construction</i> na prática
Carga horária	24 horas
Conteúdo	<p>Soluções baseadas na mentalidade <i>Lean</i> para a Construção Civil:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de projetos; • Planejamento; • Execução; • Controle. <p>Seminários.</p>

8 Cronograma

O cronograma de aulas está estruturado para que o curso seja ofertado com duração de 10 semanas. A carga horária especificada para cada semana engloba o tempo dedicado à participação nas aulas síncronas e assíncronas, à realização das atividades propostas e ao estudo dos materiais de apoio que serão disponibilizados. O detalhamento dos conteúdos abordados em cada semana está descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma de aulas

Semana	Conteúdo programático	Carga horária
1	Aula síncrona: Apresentação do curso; Fundamentos do <i>Lean Manufacturing</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Origens do <i>Lean Manufacturing</i>; • A “casa” do Sistema Toyota de Produção; • Desperdícios no <i>Lean Manufacturing</i>; • Análise crítica do <i>Lean Manufacturing</i>. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas
2	Aula síncrona: Princípios do <i>Lean Thinking</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Valor; • Fluxo de valor; • Fluxo contínuo; • Produção puxada; • Perfeição. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas

Semana	Conteúdo programático	Carga horária
3	Aula síncrona: Princípios do <i>Lean Construction</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir as atividades que não agregam valor; • Aumentar o valor para o cliente; • Reduzir a variabilidade; • Reduzir o tempo de ciclo; • Simplificar o número de passos e partes. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas
4	Aula síncrona: Princípios do <i>Lean Construction</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a flexibilidade de saída; • Aumentar a transparência; • Ter foco no controle de todo o processo; • Gerar melhoria contínua; • Melhorar o equilíbrio entre fluxo e conversão; • Fazer <i>Benchmarking</i>. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas
5	Aula síncrona: Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas à Construção Civil: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Just in time</i>; • <i>Heijunka</i>; • <i>Poka Yoke</i>; • 5S; • <i>Kanban</i>; • <i>Andon</i>; • <i>Kaizen</i>. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas

Semana	Conteúdo programático	Carga horária
6	Aula síncrona: Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas à Construção Civil: <ul style="list-style-type: none"> • Ciclo PDCA; • Mapeamento do Fluxo de Valor; • <i>Last Planner System</i>. 	4 horas
	Atividades assíncronas: Estudo dos materiais e vídeos de apoio; Realização de atividades de fixação.	2 horas
7	Aula síncrona: Soluções baseadas na mentalidade <i>Lean</i> para a Construção Civil: <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de projetos; • Planejamento; • Execução; • Controle. Orientações para a elaboração do seminário.	4 horas
	Atividades assíncronas: Elaboração do seminário em duplas.	2 horas
8	Aula síncrona: Esclarecimento de dúvidas sobre a elaboração do seminário.	2 horas
	Atividades assíncronas: Elaboração do seminário em duplas.	4 horas
9	Aula síncrona: Apresentação dos seminários.	4 horas
	Atividades assíncronas: Avaliação dos seminários pelos pares.	2 horas
10	Aula síncrona: Apresentação dos seminários.	4 horas
	Atividades assíncronas: Avaliação dos seminários pelos pares.	2 horas

9 Recursos

9.1 Recursos humanos

Para a realização do curso, a instituição ofertante deverá contar com profissionais de docência e apoio técnico, conforme disposto no Quadro 3.

Quadro 3 - Equipe executora do curso

Função	Responsabilidades
Professor tutor	Elaborar o plano de ensino, os materiais e as atividades do curso, ministrar as aulas síncronas e assíncronas, esclarecer dúvidas dos estudantes e incentivar a efetiva participação dos estudantes.
Monitor / estagiário	Dar apoio ao professor nas demandas de planejamento pedagógico, auxiliar no esclarecimento de dúvidas e incentivar a efetiva participação dos estudantes.
Técnico em informática	Realizar a inserção dos estudantes no AVA, dar apoio técnico e multimídia ao professor tutor e auxiliar no esclarecimento de dúvidas operacionais dos estudantes.
Técnico administrativo	Efetuar a matrícula dos estudantes, realizar registros no sistema acadêmico e auxiliar no processo de emissão de certificados.

9.2 Recursos materiais

Os recursos materiais necessários para a oferta do curso na modalidade EAD estão descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Recursos materiais necessários

Atividade	Recursos
Planejamento e acompanhamento	Sala de videoconferência ou sala física para a realização das reuniões de trabalho da equipe executora.
Elaboração de materiais	Computador com editor de textos e ferramentas para edição de imagens e vídeos.
Elaboração de atividades	AVA com recursos, ferramentas e objetos de aprendizagem habilitados.
Realização das aulas	<i>Softwares</i> , equipamentos multimídia e ambiente físico para a realização da transmissão ou gravação de vídeo aulas.
Apoio de informática	Equipamentos e infraestrutura da própria instituição.
Apoio administrativo	Equipamentos e sistema acadêmico da própria instituição.
Emissão de certificados	Plataforma para emissão e assinatura digital dos certificados.

10 Certificação

Após a conclusão do curso, ao participante que obtiver média final igual ou superior a 7,0, será concedido o certificado com carga horária de 60 horas na qualificação profissional: “**Lean Construction: a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil**”.

Referências

BRASIL. **Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 8.268, de 18 de junho de 2014**. Altera o Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, que regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8268.htm. Acesso em: 27 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008**. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 2008a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11741.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos da EPT**. Brasília, 2018a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cursos-da-ept/cursos-da-ept-apresentacao>. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) ou Qualificação Profissional**. Brasília, 2018b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cursos-da-ept/formacao-inicial-e-continuada-ou-qualificacao-profissional>. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 1/2021, de 05 de janeiro de 2021**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional e Tecnológica. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-5-de-janeiro-de-2021-297767578>. Acesso em: 26 jun. 2022.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Banco de Dados. **Planilha elaborada a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua** -

PNAD Contínua (2012 - 2021) - IBGE. Disponível em:
<http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/pnad-ibge-arquivos-resultados-brasil>.
 Acesso em: 10 mai. 2021.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Ed. 2. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DÍAZ, H. P.; RIVERA, O. G. S.; GUERRA, J. A. G. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. **Avances**: Investigación en Ingeniería, v. 11, n. 1, p. 32-53, 2014. Disponível em:
<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>. Acesso em: 6 ago. 2022.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **A Construção Civil e os Trabalhadores**: panorama dos anos recentes. Estudos e Pesquisas, n. 95, jul. 2020. Disponível em:
<https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2020/estPesq95trabconstrucaocivil/index.html?page=1>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ERNST&YOUNG. **Estudo sobre produtividade na construção civil**: desafios e tendências no Brasil. São Paulo, jan. 2014. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/284899775>. Acesso em: 11 mai. 2021.

HIROTA, E. H.; POWELL, J. A.; DAVEY C. L.; POWELL, J. E.; FORMOSO, C. T. Vencendo barreiras para a aplicação dos princípios da Construção Enxuta. **Semina: Ci. Exatas/Tecnol**, Londrina, v. 21, n. 4, p. 17-25, dez. 2000. Disponível em:
<https://doi.org/10.5433/1679-0375.2000v21n4p17>. Acesso em: 4 fev. 2022.

HOWELL, G. A. What is lean construction. *In*: Conference of the International Group for Lean Construction, 7., 1999, Berkeley. **Anais [...]** Berkeley: IGLC, 1999, p. 1-10. Disponível em:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.418.4301&rep=rep1&type=pdf#page=9>. Acesso em: 4 fev. 2022.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report 72. Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em:
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 6 ago. 2022.

KOSKELA, L; HOWELL, G.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. The foundations of lean construction. **Design and construction**: Building in value, v. 291, p. 211-226, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28578914>. Acesso em: 4 fev. 2022.

MATUSZAK, A. R. **Práticas lean construction**: investigação do ensino nos cursos de graduação em engenharia civil. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - UTFPR, Pato Branco, 2020. Disponível em:
<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24672>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MELO, M.; DESCHAMPS, F.; COSTA, S. E. G. Aplicação da construção enxuta - uma análise sistemática da literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 2, n. 3, p. 02-21,

2017. Disponível em:

https://web.archive.org/web/20180413022729id_/http://www.nexos.ufsc.br/index.php/lean/article/viewFile/1639/pdf_47. Acesso em: 4 fev. 2022.

PANSONATO, R. C. **Lean manufacturing**. Curitiba: Contentus, 2020.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção.

Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan./mar. 2003. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3439>. Acesso em: 6 ago. 2022.

PONS, J. F.; RUBIO, I. **Lean Construction y la planificación colaborativa:**

metodología del Last Planner System. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2019. Disponível em:

<https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 23, n. 80, set. 2002, p. 401-422. Disponível em:

<https://doaj.org/article/1f7bc2cfa2ea412d8293b573fabcec6c>. Acesso em: 7 set. 2022.

SALEM, O; SOLOMON, J.; GENAIDY, A; MINKARAH, I. Lean Construction: From theory to implementation. **Journal of management in engineering**, ASCE, v. 22, n. 4, p. 168-175, out. 2006. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(168\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168)). Acesso em: 19 mai. 2021.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SINDUSCON/SP - Sindicato da Construção Civil de São Paulo. **Produtividade na Construção**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia - Fundação Getúlio Vargas, 2015, 36 p. Disponível em: http://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2016/01/Produtividade_estudo.pdf. Acesso em: 11 mai. 2021.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

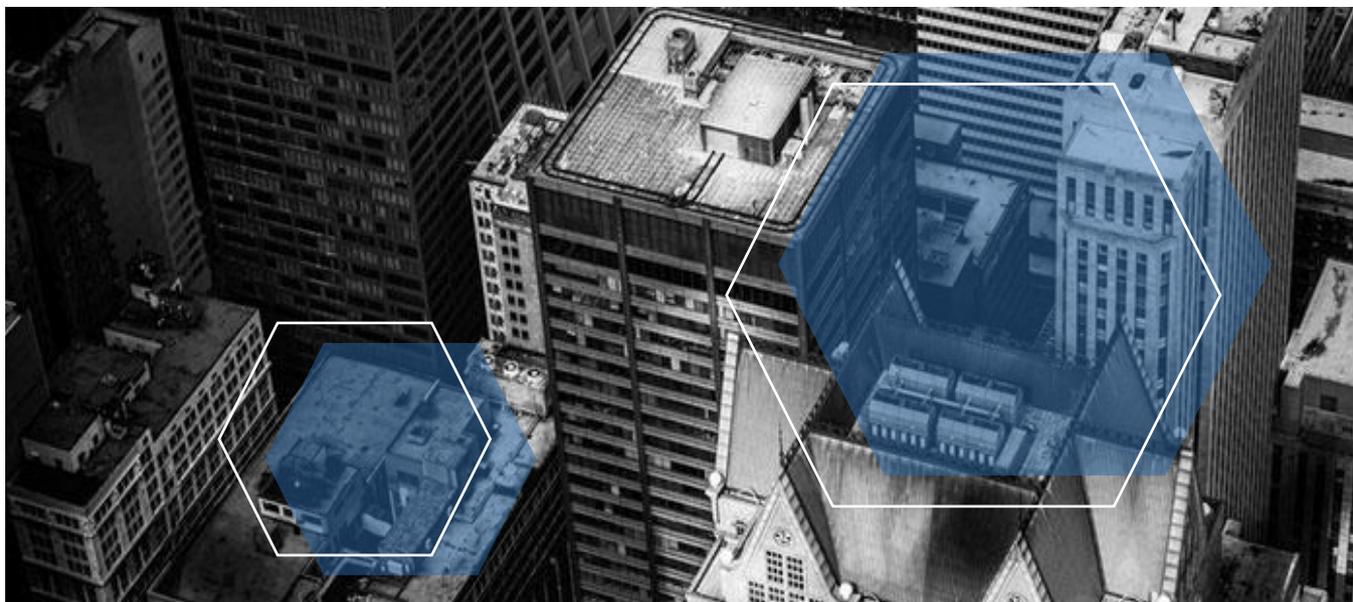
YOSHINO, R. T. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. 2008. 315 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - USP, São Paulo, 2008. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-19082008-131711/publico/RuiTadashiYoshino.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022.

Apêndice I

Informativo para divulgação do curso

Disponível na próxima página.



Lean Construction

a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil

Realização

Nome da Instituição ofertante.

Público-alvo

Arquitetos(as), Engenheiros(as), Tecnólogos(as) e estudantes de nível superior da área de Construção Civil.

Objetivo do curso

Proporcionar sólidos conhecimentos em *Lean Construction*, de modo a contribuir para o desenvolvimento profissional e para a ampliação das oportunidades de trabalho dos participantes.

Informações gerais

- Curso realizado 100% na modalidade à distância.
- Aulas *online* aos sábados no período da manhã.
- Carga horária: 60 horas.
- Duração: 10 semanas.
- x vagas para profissionais e y vagas para estudantes.

Conteúdo

- Introdução ao *Lean Thinking*.
- Princípios e ferramentas do *Lean Construction*.
- *Lean Construction* na prática.

Processo seletivo

- Profissionais: a classificação será feita pela ordem de inscrição.
- Estudantes: a classificação será feita pela porcentagem de conclusão da graduação.

Para mais informações e inscrições acesse: <https://bit.ly/LeanConstructionEAD>

Apêndice II

Formulário de avaliação do público do curso

Adaptado do Edital nº 10, de 4 de janeiro de 2022, PRX/IFSP.

Para cada afirmação a seguir, assinale a opção que indica o seu grau de concordância.

	1 - Discordo fortemente	2 - Discordo	3 - Neutro	4 - Concordo	5 - Concordo fortemente
Os objetivos do curso foram bem definidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os objetivos do curso foram alcançados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O curso proporcionou novos conhecimentos sobre o tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O curso permitiu reformular conceitos e pontos de vista que você tinha sobre o tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O curso permitiu troca de conhecimentos e experiências	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Os conteúdos foram apresentados pelo professor de forma clara e objetiva	<input type="radio"/>				
As técnicas e métodos utilizados no curso foram adequados	<input type="radio"/>				
A carga horária do curso foi adequada para o desenvolvimento do tema	<input type="radio"/>				
Indique um valor que expresse o nível de interação dos alunos com o professor do curso	<input type="radio"/>				
Assinale o valor que indique o grau de correspondência entre suas expectativas e a realidade do curso	<input type="radio"/>				
Qual é o valor que melhor expressa a sua avaliação de forma global	<input type="radio"/>				

Caso queira, justifique suas indicações.

Apêndice III

Plano de ensino resumido

Nome da Instituição	Campus
<p>1. Identificação</p> <p>Curso: <i>Lean Construction</i>: a Mentalidade Enxuta aplicada à Construção Civil.</p> <p>Tipo: Curso de qualificação profissional na modalidade EAD.</p> <p>Nº de horas semanais: 6</p> <p>Total de horas: 60</p>	
<p>2. Conhecimentos essenciais do currículo de referência</p> <p>Planejamento estratégico; gestão de processos; produtividade, industrialização e inovação; produção enxuta; controle e qualidade na produção.</p>	
<p>3. Ementa</p> <p>Introdução ao <i>Lean Thinking</i>; Princípios e ferramentas do <i>Lean Construction</i>; <i>Lean Construction</i> na prática.</p>	
<p>4. Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os principais aspectos do sistema de produção <i>Lean</i>; • Entender os princípios, ferramentas e aplicações do <i>Lean Construction</i>; • Elaborar soluções baseadas na mentalidade <i>Lean</i> para demandas da Construção Civil. 	
<p>5. Metodologia</p> <p>Atividades síncronas: realização de aulas expositivas dialogadas e apresentação de seminários por meio de videoconferência.</p> <p>Atividades assíncronas: estudo dos materiais de apoio e realização de atividades avaliativas disponibilizadas no AVA. Elaboração de seminários em duplas.</p>	
<p>6. Conteúdo programático</p> <p>Unidade 1: Introdução ao <i>Lean Thinking</i></p> <p>Fundamentos do <i>Lean Manufacturing</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origens do <i>Lean Manufacturing</i>; • A “casa” do Sistema Toyota de Produção; • Desperdícios no <i>Lean Manufacturing</i>; • Análise crítica do <i>Lean Manufacturing</i>. <p>Princípios do <i>Lean Thinking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor; 	

- Fluxo de valor;
- Fluxo contínuo;
- Produção puxada;
- Perfeição.

Unidade 2: Princípios e Ferramentas do *Lean Construction*

Princípios do *Lean Construction*:

- Reduzir as atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor para o cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar o número de passos e partes;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência;
- Ter foco no controle de todo o processo;
- Gerar melhoria contínua;
- Melhorar o equilíbrio entre fluxo e conversão;
- Fazer *Benchmarking*.

Ferramentas *Lean* aplicadas à Construção Civil:

- *Just in time*;
- *Heijunka*;
- *Poka Yoke*;
- 5S;
- *Kanban*;
- *Andon*;
- *Kaizen*;
- Ciclo PDCA;
- Mapeamento do Fluxo de Valor;
- *Last Planner System*.

Unidade 3: *Lean Construction* na prática

Soluções baseadas na mentalidade *Lean* para a Construção Civil:

- Elaboração de projetos;
- Planejamento;
- Execução;
- Controle.

Seminários.

7. Bibliografia básica

ALARCÓN, L. *Lean Construction*. Santiago: Taylor & Francis, 2007.

KOSKELA, L. Application of the new philosophy to construction. Technical Report, 75p. Stanford: Stanford University, 1992.

KOSKELA, L; HOWELL, G.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. The foundations of lean construction. *Design and construction: Building in value*, v. 291, p. 211-226, 2002.

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

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 2007.

VALENTE, A. C. C.; AIRES, V. M. Gestão de Projetos e Lean Construction: uma abordagem prática e integrada. Curitiba: Appris, 2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

8. Bibliografia complementar

DENNIS, P. Produção Lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Ed. 2. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HOWELL, G. A. What is lean construction. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 7., 1999, Berkeley. Anais [...] Berkeley: IGLC, 1999, p. 1-10.

PONS, J. F.; RUBIO, I. Lean Construction y la planificación colaborativa: metodología del Last Planner System. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2019.

SALEM, O; SOLOMON, J.; GENAIDY, A; MINKARAH, I. Lean Construction: From theory to implementation. Journal of management in engineering, ASCE, v. 22, n. 4, p. 168-175, out. 2006.

TUBINO, D. F. Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. Ed. 2. Nova Iorque: Free Press, 2003.