



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

**LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE *SOFTWARE*  
APLICATIVO PARA USO DE ATIVIDADES FACILITADORAS NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**Interação do usuário da construção civil com os *softwares* ou aplicativos voltados ao  
acompanhamento e controle da produção**

Relatório Final

Período da bolsa: de agosto de 2020 a agosto de 2021.

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica  
PIBIC/COPES

Orientador: Débora de Gois Santos

Autor: Amélia Gomes Nunes

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
1.1	Revisão da literatura	4
1.1.1	Construção enxuta	4
1.1.2	Boas práticas enxutas e atividades facilitadoras	5
1.1.3	O uso de ferramentas computacionais para a construção civil	6
1.2	Atividades realizadas	7
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
2.1	Objetivo geral	9
2.2	Objetivos específicos	9
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>9</b>
3.1	Pesquisa bibliométrica	9
3.1.1	Definição das palavras-chave	10
3.1.2	Seleção de bases de dados	10
3.1.3	Formulação das <i>strings</i> de busca	10
3.1.4	Seleção das publicações	11
3.1.5	Organização, extração e síntese dos dados	11
3.2	Seleção dos <i>Softwares</i>	12
3.3	Visita Técnica à Obra A	12
3.4	Questionário	12
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>13</b>
4.1	Dados das publicações selecionadas	13
4.2	Nuvem de palavras	16
4.3	Seleção de <i>softwares</i>	17
4.4	Visita à Campo	19

4.4.1	Ferramentas gerenciais	20
4.4.2	Adoção de Boas Práticas (BP) e Atividades Facilitadoras (AF)	22
4.6	Questionário	26
4.6.1	Usuário	26
4.6.2	Ferramentas de gestão aplicadas em obras	27
4.6.3	Experiência do usuário com as ferramentas adotadas	29
5	CONCLUSÕES	31
6	PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	32
	REFERÊNCIAS	32
7	OUTRAS ATIVIDADES	34
7.1	Prática do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”	34
7.2	Metodologia aplicada à realização do jogo	35
7.3	Resultados e Discussões	35
7.4	Conclusões	37
8	JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO	37
	APÊNDICE A – Portfólio Bibliográfico	38

## **1 INTRODUÇÃO**

É inegável a relevância da construção civil na economia de um país. Segundo a Federação das Indústrias do Distrito Federal (FIBRA, 2017), a construção civil representa 6,2% do PIB brasileiro. Apesar disso, as perdas ainda são bastante elevadas no setor e essas não se referem apenas ao desperdício de materiais, mas também ao uso ineficiente de mão de obra e equipamentos (FORMOSO, 1996).

Tendo em vista esse cenário, a filosofia da construção enxuta, adaptada por Koskela em 1992, adequa-se perfeitamente à necessidade do setor: eliminar perdas. Por isso, para conseguir aplicar a construção enxuta em campo, diversos pesquisadores a têm estudado nos últimos anos. Contudo, há a necessidade de tornar sistêmica a adoção de boas práticas enxutas na construção civil.

Os gerentes de obra carregam consigo boas práticas adquiridas ao longo de anos de experiência, porém esse conhecimento tácito não é disseminado (SANTOS et al., 2012). É então necessária a utilização de uma ferramenta computacional, que aplique as boas práticas enxutas e auxilie a tomada de decisão.

Assim sendo, o usuário da construção civil precisa não apenas entender os conceitos da construção enxuta, mas também conseguir aplicá-los, e isso perpassa pela interação com *softwares* ou aplicativos voltados para o gerenciamento da produção, tema do presente relatório. Este plano de trabalho faz parte da pesquisa sobre levantamento de requisitos para elaboração de *software* aplicativo para uso de atividades facilitadoras na construção civil. Há ainda outros dois planos que completam a pesquisa, são eles: “Investigação dos tipos de processos construtivos utilizados como vedação vertical em canteiros de obras e perdas na construção” e “Identificação de informações necessárias para alimentar um software de boas práticas enxutas”.

### **1.1 Revisão da literatura**

#### **1.1.1 Construção enxuta**

O motivo da evolução do Sistema Toyota de Produção, segundo Ohno (1997), foi a necessidade. O seu fundamento é o aumento da eficiência da produção através da absoluta erradicação dos desperdícios (OHNO, 1997). Esse sistema de produção ficou conhecido como produção enxuta.

Koskela, em 1992, adaptou a produção enxuta para construção civil e criou a filosofia da construção enxuta. Assim, por meio da redução de atividades que não agregam valor ao produto e a inserção de aperfeiçoamentos no gerenciamento de obras, a construção enxuta busca melhorar a construção civil (SANTOS, 2004).

Foram definidas sete categorias de perda por Ohno (1997): superprodução, transporte, processamento, movimentação, estoque, defeitos e espera. A essa lista foi adicionada uma oitava categoria de perda: *making-do*. O *making-do* é uma perda causada pelo início ou andamento da execução de uma atividade sem que os insumos e pré-requisitos necessários estejam disponíveis (KOSKELA, 2004).

Esse tipo de perda, advinda da improvisação, não ocorre quando se aplica o kit completo da tarefa que será executada, esse kit seria um agregado de requisitos essenciais para o início e andamento de um determinado serviço (RONEN, 1992). A construção enxuta se dissemina, então, dentro dos canteiros de obras através da aplicação de boas práticas.

### **1.1.2 Boas práticas enxutas e atividades facilitadoras**

Segundo Mesquita (2014), o uso de boas práticas colabora com a erradicação ou minimização da perda por *making-do*. As atividades facilitadoras são uma dessas boas práticas, que reduzem ou impedem interrupções ao longo do processo construtivo (SANTOS, 2004). Essas atividades estão relacionadas com a melhoria contínua e diminuem a ocorrência de possíveis entraves no kit completo (RONEN, 1992).

A importância das atividades facilitadoras no gerenciamento da produção na construção civil se dá justamente porque o setor possui muitas peculiaridades quanto à padronização dos processos. Essa variabilidade pode originar improvisações, retrabalho ou falhas no trabalho, configurando interrupções e perdas (SANTOS; SANTOS, 2017).

Soma-se a isso o fato de que muitos profissionais carregam consigo as boas práticas, devido à experiência acumulada ao longo de anos por esses gestores. Contudo, o conhecimento tácito desses profissionais não é disseminado, logo esse conhecimento se perde assim que o profissional deixa a obra (SANTOS et al., 2012). Dessa forma, faz-se necessário um meio para disseminar esse conhecimento e tornar a gestão de produção um sistema organizacional independente.

Ferramentas gerenciais que aplicam as atividades facilitadoras ajudam na tomada de decisão no campo de produção. Isso acontece porque nas atividades diárias em campo os

gerentes geralmente não possuem tempo viável para resolver problemas de maneira mais assertiva. Assim, decisões tomadas nesses momentos são as possíveis para situações desfavoráveis, e não as decisões mais eficazes e efetivas (SANTOS, 2004).

Tendo em vista a necessidade de difusão do conhecimento tácito dos gerentes e a ausência de tempo viável para tomadas de decisões nos canteiros de obras, conclui-se sobre a aplicabilidade de ferramentas que atendam a essas questões. O uso de ferramentas computacionais é uma opção que alia tanto o desenvolvimento de pessoas como o de processos, trazendo a integração de informações em um único recurso.

### **1.1.3 O uso de ferramentas computacionais para a construção civil**

Trazer o uso de ferramentas computacionais para o contexto da construção enxuta significa centralizar o controle para reduzir perdas durante os processos. Isso pode ser feito através da alimentação dos *softwares* com os requisitos para o início ou prosseguimento de atividades, utilização do kit completo (KOSKELA, 2000).

A utilização dessas ferramentas para auxiliar o gerenciamento do processo de produção na construção civil contribui significativamente na tomada de decisões dos gestores de obra. Alguns sistemas atuam desde a etapa de *design*, realizando modelagens, programação e controle de obra. *Softwares* com tecnologia BIM como Revit® ganharam relevância nos últimos anos. Alguns outros *softwares* utilizados para gerenciamento de processos são: MSProject®, Primavera®, Navisworks®.

Porém, esses *softwares* não são específicos para a construção civil. Para suprir essa necessidade, surgiram algumas *startups* desenvolvedoras de tecnologias direcionadas a resolver problemas inerentes a área da construção, essas *startups* receberam o nome de *construtechs*. Há sistemas que acompanham desde a execução da obra até a sua manutenção, como é o caso do Fastbuilt® Já as plataformas Facilitat Tecnologia® e Predialize® são direcionadas à gestão do pós-obra. Também existem sistemas de gestão voltados às empresas de pequeno e médio porte, como o Obra Prima®. Outros sistemas desenvolvidos por *construtechs* para gestão de obras são: Agilean®, Prevision®, Tecza®, Obrafit®. Todos esses sistemas geralmente aliam o uso de aplicativos e *softwares*, ou plataformas *online*, para facilitar a sua aplicação em obras (FASTBUILT, 2021; FACILITAT TECNOLOGIA, 2019; PREDIALIZE, 2020; OBRA PRIMA, 2016; AGILEAN, 2021; PREVISION, 2021; TECZA, 2021; OBRAFIT, 2020).

## 1.2 Atividades realizadas

Foram realizadas as seguintes atividades:

- Pesquisa bibliográfica para embasamento teórico; Período: contínuo.
- Pesquisa bibliométrica e mapeamento sistemático da literatura para levantar os trabalhos mais relevantes acerca do tema; Período: 07/08/2020 – 04/12/2020.
- Leitura do material levantado (resumo das publicações); Período: 04/12/2020 – 04/01/2020.
- Confecção de um portfólio bibliográfico das publicações selecionadas a partir da leitura do material; Período: 04/12/2020 – 08/01/2020.
- Participação no XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2020), de forma remota; Período: 04/11/2020 – 06/11/2020.
- Elaboração e apresentação (de forma remota) de um fichamento sobre o artigo “*Making-do – The eighth category of waste*” do autor Lauri Koskela; Período: 20/11/2020 – 11/12/2020.
- Participação em reuniões semanais com o grupo do projeto de pesquisa do Pibic (de modo remoto); Período: contínuo.
- Participação de reuniões quinzenais (de modo remoto) do grupo acadêmico de pesquisa de construção civil; Período: contínuo.
- Acompanhamento das aulas remotas de mestrado da disciplina gestão de obras; Período: 15/09/2020 – 02/02/2021.
- Participação de webinários *online* sobre gestão de obras; Período: contínuo.
- Busca de *softwares* e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil. Período: 06/11/2020 – 18/12/2020.
- Tratamentos de dados coletados para análise e comparação com o referencial teórico; 04/12/2020 – 22/01/2021.
- Produção de resumo de artigo técnico-científico para submissão a evento; Período: 22/01/2021 – 24/02/2021.
- Elaboração de relatório parcial sobre o tema do projeto de pesquisa em andamento; Período: 04/01/2021 – 22/02/2021.
- Leitura de material bibliográfico; Período: contínuo.

- Elaboração de fichamento sobre a ABNT NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos; Período: 11/03/2021 – 18/03/2021.
- Elaboração de fichamento sobre o artigo “Sinergia entre construção enxuta, maturidade e cultura organizacional: uma pesquisa bibliométrica”; Período: 18/03/2021 – 25/03/2021.
- Produção de artigo técnico-científico para submissão a evento; Período: 18/03/2021 – 06/04/2021.
- Realização do jogo didático “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”; Período: 06/05/2021.
- Elaboração de relatório sobre a prática do jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”; Período: 06/05/2021 – 18/05/2021.
- Seleção de empresas construtoras para visita em campo e de profissionais para aplicação de questionário; Período: 20/05/2021 – 27/05/2021.
- Busca por *softwares* e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil; Período: 31/05/2021 – 30/06/2021.
- Elaboração de questionário sobre a interação do usuário da construção com as ferramentas aplicadas à gestão em obras; Período: 10/06/2021 – 21/06/2021.
- Visita à campo e registro fotográfico em obra de paredes de concreto moldadas in loco; Período: 23/06/2021.
- Elaboração de relatório sobre a visita à campo; Período: 23/06/2021 – 09/07/2021.
- Aplicação de questionário com engenheiros e profissionais da equipe técnica da construção civil; Período: 25/06/2021 – 15/07/2021.
- Tratamento e análise dos dados coletados no questionário e elaboração de gráficos; Período: 15/07/2021 – 21/07/2021.
- Elaboração de relatório final; Período: 09/07/2021 – 23/07/2021.
- Elaboração de artigo técnico-científico. Período: julho a agosto de 2021.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Verificar como ocorre a interação do usuário da construção civil com os *softwares* ou aplicativos voltados ao acompanhamento e controle da produção nos canteiros de obra.

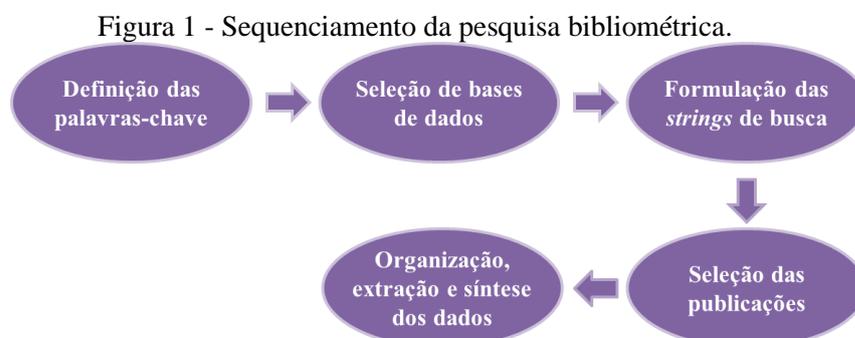
### 2.2 Objetivos específicos

- Realizar um mapeamento e uma revisão sistemática da literatura.
- Identificar quais são as ferramentas computacionais que apoiam a tomada de decisão de práticas gerenciais em canteiros de obras, por meio de um mapeamento sistemático da literatura.
- Investigar quem seria esse usuário e suas dificuldades para utilização de ferramentas que auxiliam na gestão em campo.
- Investigar como se dá a experiência do usuário da construção civil na interface com as ferramentas computacionais.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Pesquisa bibliométrica

“A bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico [...] tal como procede a demografia ao recensear a população” (FONSECA, 1986, p. 10 apud ARAUJO, 2006, p. 12). Seu objetivo é verificar a situação do tema de estudo escolhido dentro do seu campo de pesquisa. O procedimento metodológico empregado neste trabalho foi a pesquisa bibliométrica, e seguiu a ordem demonstrada na Figura 1.



Fonte: Adaptado de Melo et al. (2013).

### 3.1.1 Definição das palavras-chave

De acordo com o tema da pesquisa foram definidas palavras-chaves que se enquadram ao assunto tratado, e sejam palavras já difundidas em sua área de conhecimento. O tema aborda tanto a área da construção civil como a área da computação e tecnologia, assim foram escolhidas palavras de ambas as áreas.

Para a busca nas bases de dados foram utilizadas as seguintes palavras-chaves em inglês: *Computer tools, management, best practices, waste, lean construction, complete kit, civil construction, building, user*. Essas mesmas palavras foram usadas em português para a busca no catálogo de teses e nos anais de congressos: Ferramentas computacionais, gerente, boas práticas, perdas, construção enxuta, kit completo, construção civil.

### 3.1.2 Seleção de bases de dados

Foram selecionadas as bases de dados *Scopus®* e *Web of Science™* para consulta. A busca estendeu-se ao catálogo de teses e dissertações da Capes, e a anais de importantes congressos nacionais, como SIBRAGEC (Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção) e ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) também foi consultada, porém resultou nos mesmos trabalhos encontrados no banco da Capes.

### 3.1.3 Formulação das *strings* de busca

As palavras-chaves precisavam ser relacionadas de forma que englobassem tanto a construção enxuta como o uso de tecnologia no gerenciamento de obras, por isso empregou-se nas bases de dados as seguintes *strings* de busca presentes no Quadro 1.

Quadro 1 - *Strings* de busca.

<b><i>Strings</i> de busca</b>
(Tools AND “lean construction”) AND “civil construction” OR building
(Tools AND “lean construction” AND “best practices”) AND “civil construction” OR building
(Tools AND “lean construction” AND “best practices” AND “complete kit”) AND “civil construction” OR building
(Tools AND “lean construction” AND “best practices” AND “complete kit” AND waste) AND “civil construction” OR building
(Tools AND “lean construction” AND “best practices” AND “complete kit” AND waste AND user) AND “civil construction” OR building

Fonte: Autora (2021).

### 3.1.4 Seleção das publicações

As *strings* de busca definidas foram então inseridas nas bases de dados escolhidas. Para isso, foi utilizado um filtro, como meio de padronizar alguns parâmetros das publicações retornadas pelas bases de dados. O refinamento aplicado está indicado no Quadro 2.

Quadro 2 - Refinamento utilizado para a seleção de artigos.

Tipo de busca	Acesso	Área	Tipo do documento	Idioma	Limite temporal
Avançada	Aberto	Engenharia	Artigo/Artigo de conferência	Inglês/Português/Espanhol	2004 - 2020

Fonte: Autora (2021).

O limite temporal aplicado, com início em 2004, se deve ao fato de esse ser o ano em que Koskela criou o termo *making-do*. Os idiomas escolhidos foram o inglês, para as bases internacionais, e o português, para os artigos nacionais. Para facilitar o acesso aos artigos, apenas os disponíveis para *download* foram selecionados.

Para as buscas realizadas no catálogo de teses e dissertações da Capes, o tipo de documento foram dissertações de mestrado ou doutorado. A partir das *strings* de busca e dos filtros aplicados, as bases de dados retornaram publicações relacionadas com o tema da pesquisa. Os artigos de anais de congresso foram selecionados manualmente a partir das palavras-chave e leitura dos títulos, pois não havia mecanismo para inserção de *strings* e filtros como nas demais bases.

### 3.1.5 Organização, extração e síntese dos dados

Para a execução da pesquisa bibliométrica foi usada a ferramenta *State of the Art through Systematic Review* (StArt), que segue o formato da metodologia de Melo et al. (2013). O StArt é uma ferramenta computacional gratuita desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de *Software* (LAPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), cuja função é de gerenciamento de revisões sistemáticas da literatura.

As publicações extraídas das bases de dados foram então inseridas no StArt e foi realizada a leitura dos resumos das publicações com o objetivo de manter apenas os trabalhos que realmente tinham relação com o tema. Optou-se por não realizar amostragem bola de neve, e então as informações das publicações escolhidas foram extraídas e organizadas em um portfólio bibliográfico (ver Apêndice A).

### **3.2 Seleção dos Softwares**

Para a seleção dos softwares e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil, foi realizada pesquisa nos endereços eletrônicos de *construtechs* desenvolvedoras de produtos voltados para a área de gestão na construção civil. Assim, foi realizada uma busca inicial para encontrar as *construtechs* que se adequavam ao tema proposto, e então foi feita uma pesquisa em seus sites para levantar suas características básicas (ver Quadro 3).

### **3.3 Visita Técnica à Obra A**

Outra atividade realizada foi a visita técnica. O sistema construtivo selecionado foi o de parede de concreto moldada *in loco*, comumente utilizado para os empreendimentos de habitação de interesse social (HIS), em Sergipe. Esse sistema construtivo propicia um maior controle da produção, uma vez que existem diversas etapas para a sua execução, e além de vedar esse sistema também possui função estrutural. Para vivenciar um pouco do acompanhamento e controle de produção realizada em obras, bem como investigar em campo as ferramentas aplicadas para essa gestão, foi realizada uma visita técnica a uma obra de parede de concreto moldada *in loco*.

A visita foi realizada às 9h do dia 23 de junho de 2021, à obra A, localizada na Rua Coronel Andrade, nº 88, no bairro América em Aracaju-SE. Participaram da visita técnica a orientadora PIBIC, duas pessoas membro da equipe e três bolsistas PIBIC. A visita foi conduzida pela engenheira civil responsável pela obra.

Alguns objetivos da visita eram: aplicar um questionário sobre ferramentas de gestão com a engenheira responsável, investigar as ferramentas utilizadas para gestão e quem eram seus usuários, fazer observações acerca do processo executivo, verificar se as boas práticas e as atividades facilitadoras estavam sendo aplicadas no procedimento operacional, fazer registros fotográficos dos procedimentos visualizados.

Como a visita foi realizada durante o período por COVID-19, foram adotadas boas práticas de distanciamento social para evitar a contaminação pelo vírus. Assim, foi preservado o distanciamento entre as visitantes à obra, bem como a utilização de máscara e álcool em gel por todas.

### **3.4 Questionário**

Para atender ao objetivo da pesquisa de entender como ocorre a interação do usuário da construção civil com as ferramentas direcionadas ao acompanhamento e controle da

produção, foi elaborado um questionário na plataforma *Google Forms*. O questionário foi divulgado por intermédio das redes sociais do Laboratório de Construção Civil da UFS (LACC), e por envio de e-mails para profissionais do mercado de trabalho e estudantes do curso de engenharia civil. O questionário está disponível no link <https://drive.google.com/file/d/1HMCSHqoBXRpw02T0YgsdmOV8V9WAxjXn/view?usp=sharing>.

A presente pesquisa, de acordo com o Parágrafo Único da art. 1º da Resolução 510 (BRASIL, 2016, p. 1-2), não necessita ser registrada, nem avaliada pelo sistema CEP/CONEP porque se refere a “VII - pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito”.

Após aplicação das ferramentas de pesquisa, os dados foram tabulados e analisados de modo a responder os objetivos deste plano de trabalho.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Dados das publicações selecionadas

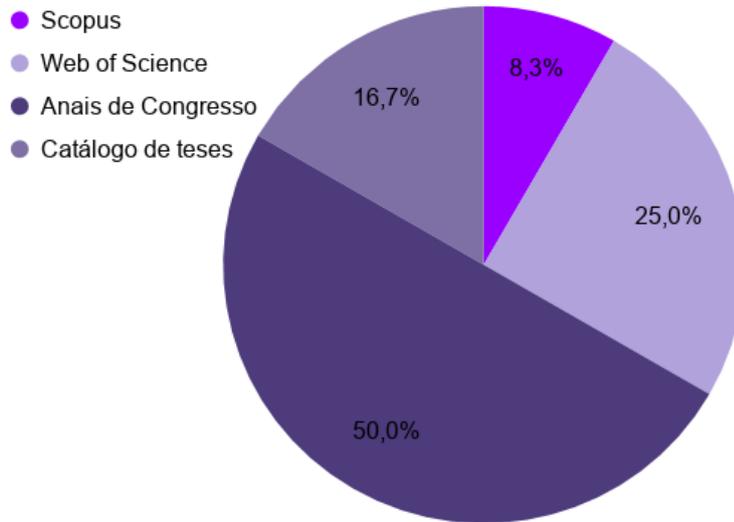
Foram selecionados ao todo 24 artigos entre duas bases de dados (*Scopus* e *Web of Science*), o catálogo de teses e dissertações da Capes, e anais de congressos nacionais (ENTAC e SIBRAGEC), conforme Quadro 3 e Figura 2.

Quadro 3 - Quantidade de publicações selecionadas por base de dados.

Fonte	Scopus	Web of Science	Anais de Congresso	Catálogo de teses e dissertações
Nº de publicações	2	6	12	4

Fonte: Autora (2021).

Figura 2 - Distribuição das publicações de acordo com a fonte de pesquisa.



Fonte: Autora (2021).

Metade das publicações são de anais de congressos brasileiros e cerca de 17% são dissertações disponíveis no catálogo da Capes, sendo assim justificada a dominância do Brasil no mapa de distribuição geográfica (Figura 3). As publicações restantes (cerca de 33%) vieram da *Scopus*® e *Web of Science*™, esses possuem uma variedade de origem maior. Como quase 60% das publicações são brasileiras, as outras 40% estão espalhadas por nove países, destacando-se Colômbia e Finlândia, com duas publicações cada, conforme Tabela 1 e Figura 3.

Tabela 1 - Publicações por país.

Países	Brasil	Colômbia	Espanha	Canadá	Paquistão	República Tcheca	Finlândia	Suécia	Reino Unido	Peru
Nº de publicações	16	2	1	1	1	1	2	1	1	1
Frequência relativa (%)	59,26	7,41	3,7	3,7	3,7	3,7	7,41	3,7	3,7	3,7

Fonte: Autora (2021).

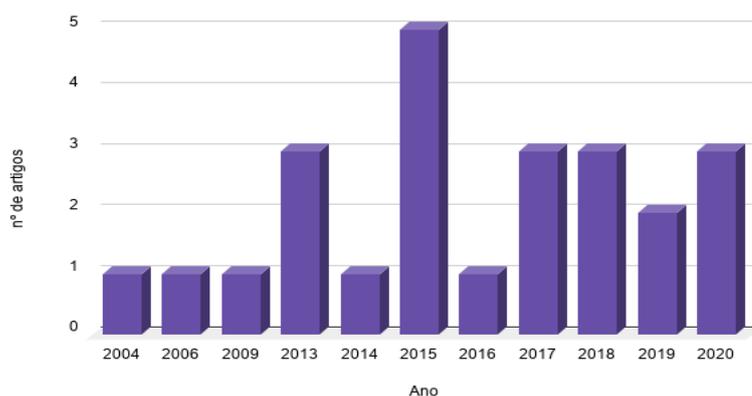
Figura 3 - Distribuição geográfica das publicações.



Fonte: Autora (2021).

Com relação à época em que as publicações selecionadas foram publicadas, é possível notar pelo gráfico da Figura 4 que a partir do ano de 2013 houve um aumento no número de publicações acerca do tema pesquisado. Os anos de 2014, 2016 tiveram picos menores, e o maior pico ocorreu em 2015. De 2017 aos dias atuais, houve certa constância no número de publicações a cada ano. Assim, nota-se o ganho de relevância do tema ao longo dos últimos anos.

Figura 4 - Gráfico nº de artigos por ano de publicação.

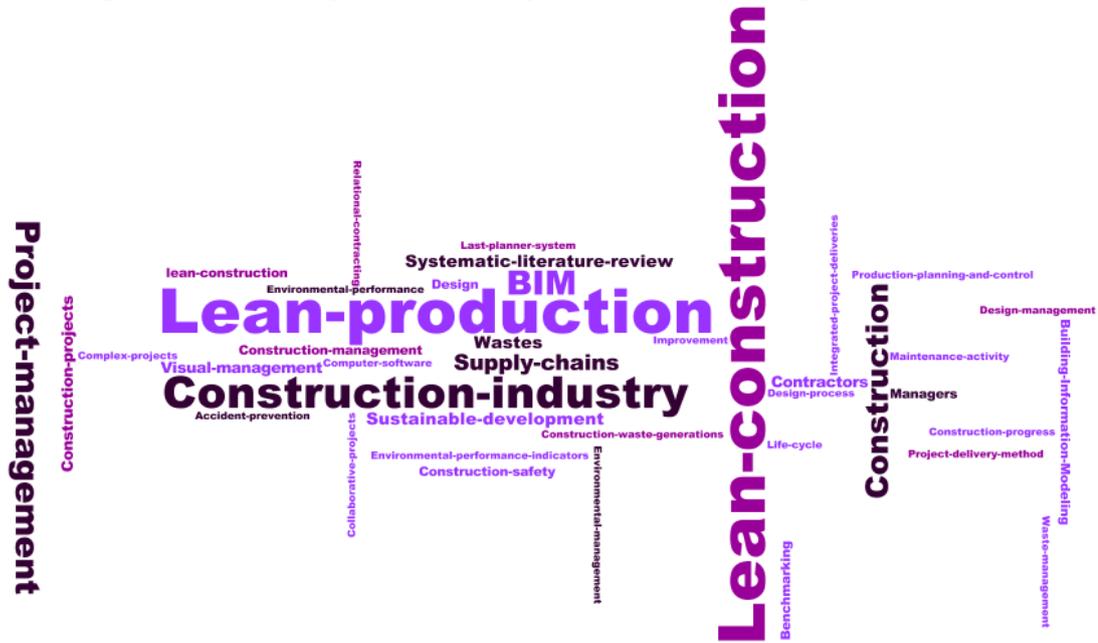


Fonte: Autora (2021).

## 4.2 Nuvem de palavras

Através do programa Start foi realizado um gráfico do tipo nuvem de palavras, tanto para as palavras-chaves mais recorrentes, como também para os principais autores de publicações relacionadas com o tema da pesquisa (Figura 5).

Figura 5 - Nuvem de palavras com as palavras-chave dos artigos seleccionados.



Fonte: Autora (2021).

É possível perceber a partir da Figura 5 quais palavras foram mais utilizadas pelos autores em seus trabalhos, destacam-se os termos *Lean-production*, *Construction-industry* e *Lean-construction*, relacionados à produção, construção e lean. Também se destaca BIM, muito utilizado para relacionar construção enxuta e tecnologia. Com isso, é possível concluir que em geral as palavras são semelhantes, no entanto ainda há uma lacuna de trabalhos que relacionam ferramentas às boas práticas na construção civil.

Os autores que mais se destacam entre as publicações selecionadas são: Cruz; Heineck; Moreira; Mororó, conforme apresenta a nuvem de palavras da Figura 6.

Figura 6 - Nuvem de palavras com os autores dos artigos selecionados.



Fonte: Autora (2021).

### 4.3 Seleção de *softwares*

Além da pesquisa bibliométrica foi realizada uma pesquisa em *sites* por *construtechs* que desenvolvam softwares e aplicativos voltados para a gestão de obras. Assim, foi possível elaborar o Quadro 4 com as *construtechs* selecionadas e suas principais características.

Quadro 4 - Características das *construtechs* selecionadas.

<b>Construtechs</b>					
Nome	Criador	Ano	Local	Funções	Free?
Constructweb	Daniel Paiva	2015	Rio de Janeiro	Controle de estoque; requisição de materiais; consulta de funcionários; relatório de entradas e saídas no almoxarifado; <i>dashboard</i> do almoxarifado	Pago
Prevision	Paula Lunardelli	2017	Santa Catarina	Cronograma visual; informações centralizadas; gerenciamento de restrições; lista de serviços diários; lembretes por email; análise de diversos cenários; relatórios automáticos; integrações estratégicas com outros softwares.	Pago
Agilean	AVAL Engenharia		Ceará	Planejamento da produção; indicadores de produção em tempo real; checklists digitais; rastreamento das equipes de trabalho; apontamento automático da produção; integração com outras ferramentas.	Há uma versão gratuita
Tecza	Tiago Francisco Campestrini/Thiago Weingartner/Alexia Motter	2019	Paraná	Plataforma amparada pelo modelo BIM; gerenciamento de projetos por meio da integração entre aplicativos; otimização de diversos processos construtivos; acompanhamento e projeção da obra.	Pago
Obra prima	Wilson Pacheco Jr.	2010	Paraná	Gerenciamento de obras e projetos através de ferramenta online; orçamento de obras; planejamento e medição; gestão financeira; faturamento e apropriação de custos; cotação online; comunicação com o cliente.	Pago
Obrafit	Pedro Mendonça	2017	São Paulo	Importação de orçamentos; compartilhamento de informações com clientes; <i>dashboard</i> ; relatórios em excel e pdf; medições; controle financeiro; fluxo de caixa; cronograma de etapas; notificações; compartilhamento de imagens e documentos; sistema <i>online</i> via <i>desktop</i> ou <i>mobile</i> .	Pago
Fastbuilt	Jean Ferrari	2018	Santa Catarina	Sistema para acompanhamento de todas as fases da obra; navegação e filtragem de conteúdos dos projetos; solicitação de assistência técnica; fotos das instalações; contatos de fornecedores e materiais; manual do proprietário; QR code para acesso ao manual do proprietário; documentos; manutenções.	Pago
Facilitat Tecnologia	José Maria da Cruz Neto/ Leonardo de Oliveira Luna/ Pedro de Freitas Gois/ Porto Tecnologia Eireli	2018	Pernambuco	Plano de manutenções; mapa de garantias; <i>databook</i> do empreendimento; abertura de chamados; manuais de uso, operação e manutenção predial personalizados; QR-Codes para acesso à informações.	Pago
Predialize	Jean Sacenti/ Rodrigo Brabo	2020	Santa Catarina	Manual interativo; assistência técnica; gestão de preventivos; gestão do pós-obra através de <i>softwares</i> .	Pago

Fonte: Autora (2021).

Na busca pelos *softwares* e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil, observou-se que os pesquisados são pagos e foram criados nos últimos cinco anos, a maioria desenvolvida na região sul do país.

Há softwares voltados para o gerenciamento do pós-obra, como Facilitat Tecnologia® e Predialize®, que oferecem manuais do usuário e planos para a manutenção da construção. Nos dois sistemas é realizada a interação com construtoras, incorporadoras e clientes.

Outros como Obra Prima® e Obrafit® se destacam pela interação intuitiva do usuário com a plataforma, destinando-se, assim, a empresas de pequeno e médio porte. Ambos oferecem a possibilidade de uso experimental gratuito, e são inteiramente destinados à gestão de obras e projetos.

Dentre os softwares listados, o único que possui uma versão gratuita é o Agilean®, desenvolvido por uma empresa já atuante no mercado. Já a plataforma Tecza®, não possui versão gratuita e possui plataforma amparada pelo modelo BIM.

Há também outros, como Constructweb®, específico para gerenciamento de almoxarifado, Prevision®, desenvolvido para planejamento e gestão, e Fastbuilt® que acompanha todas as fases da construção.

#### **4.4 Visita à Campo**

Em termos da visita de campo, selecionou-se uma empresa construtora atuante no estado e que trabalha com sistema de gestão da qualidade, possui programação de suas obras e atua com HIS. Desta forma, a obra A selecionada é um empreendimento que será um condomínio residencial fechado composto por duas torres, com 12 pavimentos cada. Cada pavimento terá 8 apartamentos, totalizando 190 unidades residenciais. O condomínio possuirá vagas de garagem e área de lazer com salão de festas, piscina, academia, playground, quadra poliesportiva, espaço gourmet e salão de jogos.

A obra possui um quadro de 59 funcionários, sendo 40 funcionários para os serviços de estrutura. O sistema executivo empregado é o de paredes de concreto moldadas in loco, e de acordo com o planejamento apresentado pela engenheira é concretado 1 pavimento por semana, havendo concretagem em dias alternados, em que cada concretagem são executados quatro apartamentos. A Figura 7 apresenta uma vista geral do canteiro de obras.

Figura 7 – Vista do canteiro de obras.



Fonte: Autora (2021).

#### 4.4.1 Ferramentas gerenciais

Na vista de campo, verificou-se que os procedimentos de acompanhamento e controle foram apresentados pela engenheira no escritório. De acordo com a mesma, a ferramenta utilizada na obra foi uma planilha eletrônica em Excel, sendo utilizada uma linha de balanço como guia para o andamento da programação das atividades na obra. Apesar de a empresa chamar a ferramenta de linha de balanço, por definição, a ferramenta se aproxima mais de um cronograma de barras na horizontal do que de linhas balanceadas propriamente ditas. A principal referência é o macroplanejamento, conforme apresentado na Figura 8. Há também um microplanejamento para os itens estrutura, instalações e impermeabilização, conforme Figura 9.

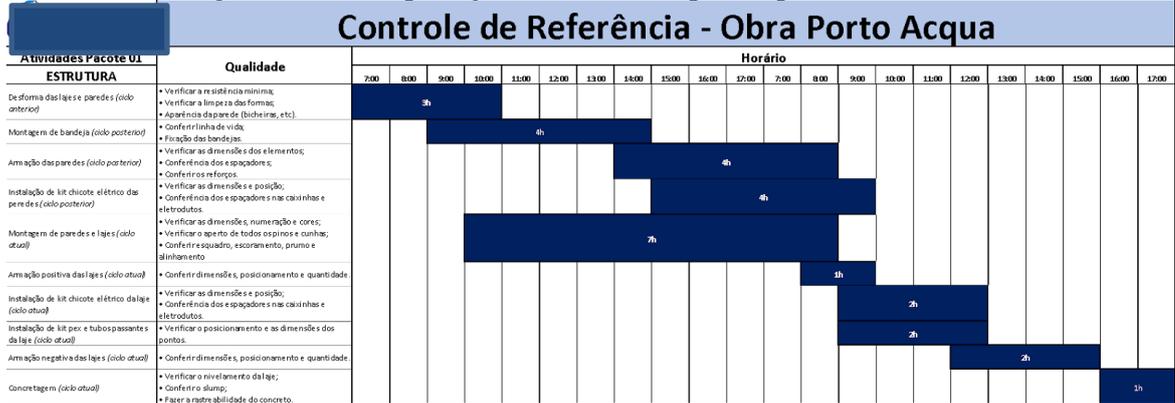
Figura 8 – Macroplanejamento da obra.



Fonte: Autora (2021).

Por intermédio do microplanejamento, a engenheira também adiciona itens relacionados a verificações de qualidade, que configuram boas práticas ao longo do processamento das atividades. A ferramenta de gestão é manipulada pela equipe de engenheiros, que é composta pela engenheira de campo e o engenheiro gestor, que trabalha na modalidade *home office*.

Figura 9 – Microplanejamento da obra para o pacote Estrutura.



Além disso, também são utilizadas Fichas de Verificação de Serviço (FVS) e Procedimentos de Execução de Serviços (PES) para auxiliar o controle da produção. Todas as fichas de verificação são preenchidas de forma manual pelos estagiários ou engenheira. A Figura 10 apresenta um modelo de FVS utilizada na obra para contrapiso autonivelante.

Figura 10 – Ficha de Verificação de Serviço utilizada na obra.

FVS - Ficha de Verificação de Serviço		Obra:	Serviço:
		Contrapiso Autonivelante	
Item de Inspeção	Método de verificação	Tolerância	Ata
Traco e Trabalhabilidade	Verificar o traco na proporção 1:5 e o visual da plasticidade da massa.		
Instalação de equipamentos e tubulação	Verificar se todos os equipamentos estão instalados corretamente e a montagem da tubulação dentro da borracha se pode ou não ser aplicado.		
Preparação da base	Verificar visualmente se foram removidas as sujeiras, incrustações, argamassas e com os rebolos para contagem da argamassa fluida.		
Aspecto geral	Verificar o nivelamento a laser, se está de acordo com o ponto de nível indicado pela obra, a espessura mínima, colocação das mestras metálicas, a aplicação de água sobre a laje e o descargo da massa.		
Recolhimento das mestras metálicas	Verificar a retirada das mestras e a passagem da formatura, ajudando no adensamento da massa.		
Recolhimento dos equipamentos e limpeza	Verificar se todos os equipamentos foram recolhidos e a limpeza das áreas do entorno do pavimento.		
Legenda	Não inspecionado Não inspecionada Inspecionado ou reinspecionado e aprovado Inspecionado, reprovado e retrabalha		
Nº	Inspeção no problema	Solução proposta (Disposição)	Reinspeção
Local da inspeção:		Inspecionado por:	Data de abertura da FVS:
			Data de fechamento da FVS:

Apesar das ferramentas empregadas mencionadas, nenhuma ferramenta digital específica para o controle e acompanhamento da produção é empregada na obra. Segundo a engenheira, já foi aplicado sem sucesso o aplicativo *Agilean*. A alta necessidade diária de alimentação do aplicativo, assim como a dificuldade de leitura de alguns funcionários (baixa alfabetização),

tornou a utilização do software inviável, por gerar um alto desgaste em troca de um baixo resultado, como relatado pela engenheira da obra.

#### 4.4.2 Adoção de Boas Práticas (BP) e Atividades Facilitadoras (AF)

Quanto à adoção de boas práticas e atividades facilitadoras, é essencial para que a produção ocorra sem interrupções ou falhas. Por meio da NBR 16055 (ABNT, 2012) foi concebido um quadro de atividades facilitadoras e boas práticas para o sistema construtivo parede de concreto moldada no local. Durante a visita à obra foi verificado se essas atividades faziam parte do procedimento operacional ou se eram usadas pela equipe, conforme apresentado no Quadro 5. É importante salientar que as boas práticas (BP) e atividades facilitadoras (AF), se forem incorporadas, ou seja, se já fazem parte do procedimento operacional da empresa, estão destacadas em verde no quadro, se não estão destacadas em vermelho. Também foi realizado um registro fotográfico com algumas dessas atividades, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 5 - Lista de AF's e BP's incorporadas ou não pela obra.

Atividade	AF ou BP?	Categoria		Incorporada?	Foto
Verificar qualidade do serviço precedente	AF	Preparação do trabalho		Sim	
Disponibilizar sistema de reservação/bombeamento de água	BP	Preparação do trabalho		Sim	6
Determinar por onde vai iniciar o serviço	BP	Sequenciamento		Sim	
Disponibilizar os equipamentos de segurança necessários	AF	Proteção dos operários		Não	7
Armazenar adequadamente as peças para evitar quebras ou empenas	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Conferir serviço a cada etapa de execução para evitar retrabalhos por erros construtivos	AF	Conferência do trabalho		Sim	
Pré-montagem dos kits para tubulação hidráulica	BP	Programação de obra	Preparação do trabalho	Apenas o kit elétrico	8
Funcionários treinados	AF	Preparação do trabalho		Sim	
Bandeja de segurança parafusada	AF	Proteção dos operários		Não	
Telas Prontas	BP	Preparação do trabalho		Sim	9
Manipulador telescópico	BP	Acesso		Não	
Equipes polivalentes	BP	Programação de obra	Preparação do trabalho	Sim	
Realizar a concretagem das paredes do mesmo ciclo construtivo	AF	Sequenciamento		Sim	
Realizar um plano de qualidade da obra	BP	Projeto		Sim	
Definir plano de concretagem e juntas de concretagem	AF	Projeto		Sim	
Disponibilizar o projeto de fôrma	AF	Projeto		Sim	
Adotar shafts para instalações em encontros de paredes ou com diâmetro superior ao permitido	AF	Proteção dos processos		Sim	
Validar as instalações embutidas e aberturas nas paredes, de acordo com o projeto estrutural	AF	Projeto	Proteção dos processos	Sim	
Verificar travamento das paredes	AF	Proteção dos processos		Sim	

Verificar projeto de fôrmas (detalhamento dos equipamentos, travamento, aprumo e escoramento)	AF	Preparação do trabalho		Sim	
Identificar cada produto para evitar trocas	BP	Preparação do trabalho		Sim	10
Estocar a armadura sem contato direto com o solo	BP	Preparação do trabalho		Sim	11
Verificar armaduras nível de oxidação antes da montagem	AF	Preparação do trabalho	Proteção dos processos	Sim	
Posicionar armaduras, geometria dos painéis, alinhamento e espessura das paredes, cobrimento, espaçadores uniformemente distribuídos	AF	Conferência do trabalho		Sim	
Verificar lugares das emendas e amarrações	AF	Projeto	Proteção dos processos	Sim	
Verificar tolerâncias de espessura das paredes, comprimento e desalinhamento	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Verificar se o nivelamento das formas respeita o limite de 10mm	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Conferir documento de entrega ou nota fiscal, certificando que o concreto corresponde ao solicitado	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Verificar se o concreto não ultrapassou os limites de abatimento	AF	Proteção dos processos		Sim	
Utilizar espaçadores	AF	Preparação do trabalho		Sim	12
Utilizar concreto autoadensável	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Realizar a limpeza da superfície dos locais de junta de concretagem, com a retirada do material solto	AF	Preparação do trabalho	Proteção dos processos	Sim	
Verificar falha nas instalações elétricas e hidrossanitárias	Bp	Conferência do trabalho		Sim	
Utilizar gabarito	AF	Preparação do trabalho		Sim	13
Verificar o nivelamento da superfície antes de iniciar o serviço para evitar interrupções durante o assentamento	AF	Sequenciamento	Conferência do trabalho	Não	
Verificar layout do canteiro de obra	BP	Acesso		Sim	
Verificar qualidade do material recebido (ensaio para conferência da resistência característica do concreto)	AF	Preparação do trabalho		Sim	
Manter local de trabalho limpo para que fique visível somente o serviço a ser executado e seus materiais	BP	Conflito espacial		Sim	
Disponibilizar peças, materiais e ferramentas de apoio antes do início do serviço	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Observar preparação antecipada de argamassas e meios de transporte para levá-la ao local de trabalho	BP	Acesso	Preparação do trabalho	Sim	
Preparar antecipadamente as fôrmas e os meios de transporte para levá-las ao local de trabalho	AF	Acesso	Preparação do trabalho	Sim	
Realizar cura do concreto	AF	Proteção dos processos		Sim	
Verificar prumo e alinhamento das fôrmas	AF	Conferência do trabalho		Sim	
Limpar a superfície interna das fôrmas e verificar a condição de estanqueidade das juntas	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Molhar até a saturação (e fazer furos para escoamento do excesso) formas constituídas por materiais que absorvem umidade ou que facilitem a evaporação	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Verificar as condições e o posicionamento de escoramentos, apuradores e alinhadores horizontais	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Fazer controle tecnológico do concreto	AF	Conferência do trabalho		Sim	
Aplicar desmoldante	BP	Preparação do trabalho	Proteção dos processos	Sim	
Analisar previamente a aplicação de juntas verticais para prevenir fissurações	BP	Projeto	Conferência do trabalho	Sim	

Verificar se o limite de resistência à compressão do concreto atende à norma	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Antes da execução, verificar se as especificações do projeto estão completas e disponíveis no local da obra	AF	Preparação do trabalho		Sim	
Montagem do sistema de formas	AF	Sequenciamento		Sim	
Antes da montagem de formas, analisar e eliminar quaisquer dúvidas ou discordâncias em relação ao projeto	AF	Projeto	Preparação do trabalho	Sim	
Para o lançamento do concreto, o caminho e a passarela devem estar dispostos de modo a não gerar deslocamentos da armadura	BP	Proteção dos processos	Conflito espacial	Sim	
Limpar superficial ou enérgica da armadura caso haja produtos destacáveis ou redução da seção, respectivamente.	BP	Conferência do trabalho		Sim	
Proteger a armadura de espera contra corrosão	BP	Conferência do trabalho		Sim	
O sistema de iluminação deve permitir boas condições de inspeção, acompanhamento da execução e controle dos serviços.	BP	Proteção dos operários	Conferência do trabalho	Sim	
Equipamentos e equipe de trabalhadores adequados ao processo de concretagem escolhido e em quantidade suficiente	BP	Preparação do trabalho		Sim	
Os processos de lançamento e adensamento devem ser realizados com o mínimo de manuseio possível	BP	Conferência do trabalho		Sim	

Fonte: Autora (2021).

Algumas atividades não foram incorporadas, um exemplo delas, e a mais preocupante foi a ausência de guarda-corpo na periferia da laje superior. Outra observação foi quanto aos kits elétricos, que são uma boa prática, porém não eram incorporados para as tubulações de hidráulica.

Quadro 6 - Registros fotográficos da obra.

<p style="text-align: center;"><b>Foto 1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto 2</b></p> 
<p style="text-align: center;">Reservatório de água</p>	<p style="text-align: center;">Ausência de guarda-corpo na periferia.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Foto 3</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto 4</b></p> 
<p style="text-align: center;">Montagem de kit elétrico</p>	<p style="text-align: center;">Montagem das armaduras</p>
<p style="text-align: center;"><b>Foto 5</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto 6</b></p> 
<p style="text-align: center;">Armazenamento dos materiais com identificação</p>	<p style="text-align: center;">Armazenamento das armaduras</p>
<p style="text-align: center;"><b>Foto 7</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto 8</b></p> 
<p style="text-align: center;">Utilização de espaçadores</p>	<p style="text-align: center;">Utilização de gabarito</p>

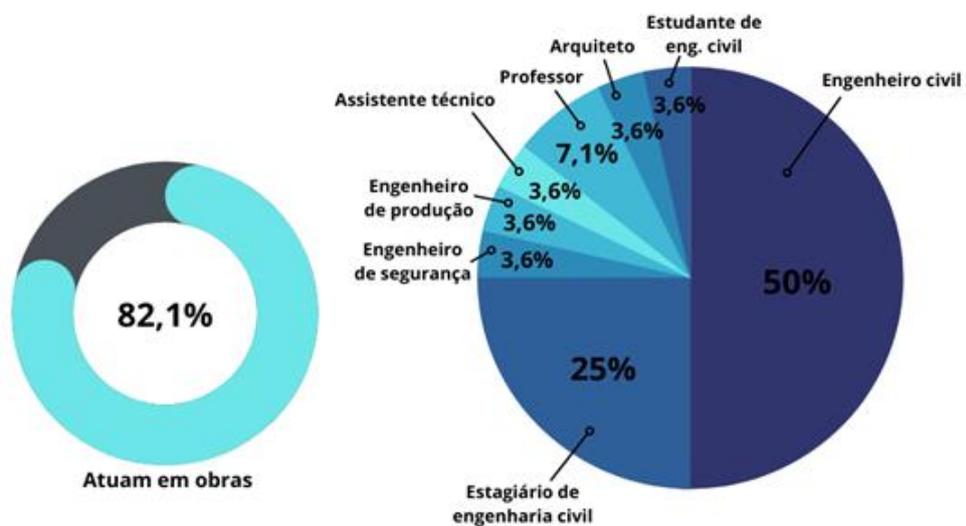
## 4.6 Questionário

O questionário, intitulado como “Interação do usuário com ferramentas digitais da gestão da construção”, foi dividido em 4 partes, para facilitar o tratamento dos dados, sendo elas: identificação dos respondentes, controle e acompanhamento da produção da obra, construção enxuta e ferramentas digitais. A principal finalidade do questionário era responder a três questões fundamentais da presente pesquisa: quem é o usuário da construção que utiliza as ferramentas de gestão de obra; quais são as ferramentas aplicadas à gestão nas obras; e como se dá a experiência do usuário com as ferramentas digitais utilizadas. O questionário obteve um total de 28 respostas.

### 4.6.1 Usuário

O público-alvo do questionário foi por profissionais que atuam em obras, conforme apresentado no gráfico da Figura 11, 82,1% dos respondentes do questionário correspondiam ao público desejado.

Figura 11 - Perfil dos respondentes.



Fonte: Autora (2021).

Quanto à profissão dos respondentes, metade era formada por engenheiros civis, destaca-se ainda os estagiários de engenharia civil, que correspondem a um quarto do total, e os professores com 7,1% de respondentes.

Um dos objetivos foi justamente reconhecer quem seria o usuário das ferramentas aplicadas para auxiliar a gestão da construção, como a maioria dos respondentes trabalha com

obras, as respostas destes foram utilizadas para identificar quem seria o usuário, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Nuvem de palavras dos usuários das ferramentas nas obras.



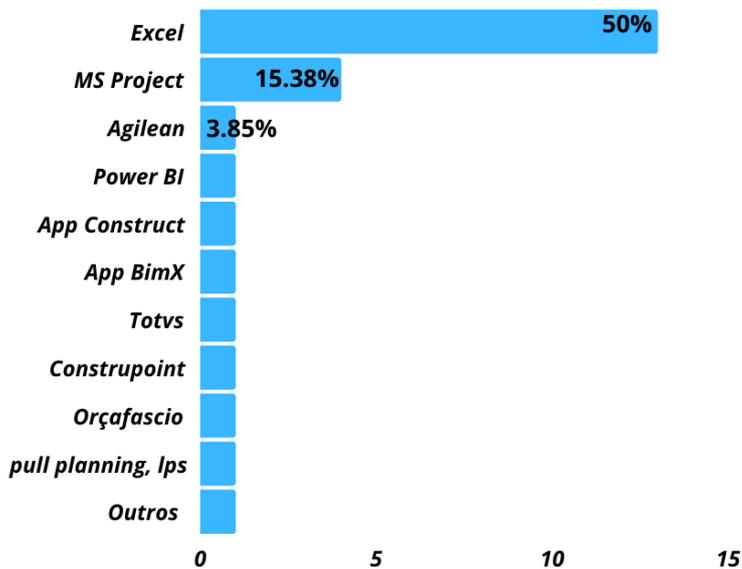
Fonte: Autora (2021).

Através das respostas foi confeccionada a nuvem de palavras da Figura 12, na qual os usuários mais mencionados pelos respondentes aparecem em maior destaque. Desta forma, os usuários das ferramentas são: engenheiros, estagiários, gerentes, técnicos, supervisores, assistentes de engenharia e encarregados.

#### **4.6.2 Ferramentas de gestão aplicadas em obras**

Cerca de 13% dos respondentes afirmaram não haver nenhuma ferramenta voltada a auxiliar o controle e acompanhamento da produção na obra em que trabalham. Os demais relataram que a principal ferramenta aplicada é o Excel®, conforme apresentado no gráfico da Figura 13.

Figura 13 – Ferramentas citadas pelos respondentes.

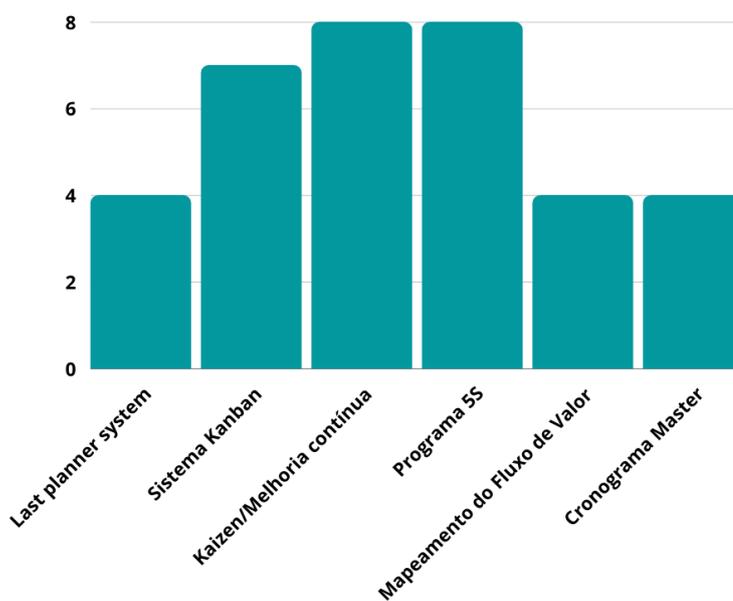


Fonte: Autora (2021).

Com 50% de prioridade, o Excel® é a ferramenta mais utilizada, destaca-se também o MS Project®, com 15,38% de utilização.

Com relação à construção enxuta, 10,71% disseram não conhecer o seu conceito. Quando questionados sobre quais das ferramentas de aplicação da construção enxuta a seguir eram utilizadas, obteve-se o seguinte resultado apresentado no gráfico da Figura 14.

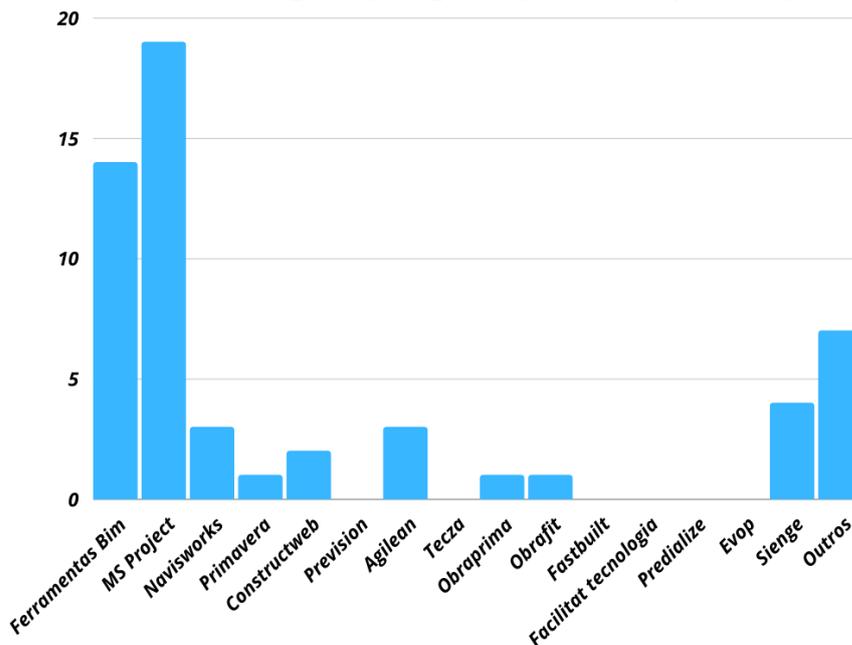
Figura 14 – Ferramentas para aplicação da construção enxuta.



Fonte: Autora (2021).

Para entender quais ferramentas os respondentes utilizam ou já utilizaram, foi disposta uma lista com diversos *softwares*/aplicativos, e os softwares de conhecimento dos respondentes deveria ser marcado. De acordo com a Figura 15, a maioria dos usuários possui experiência com as Ferramentas Bim e o MS Project. Outros softwares não contemplados pela lista foram citados, são eles, Informakon, Totvs, Construpoint e Excel.

Figura 15 – Ferramentas digitais para gestão já adotadas pelos respondentes.

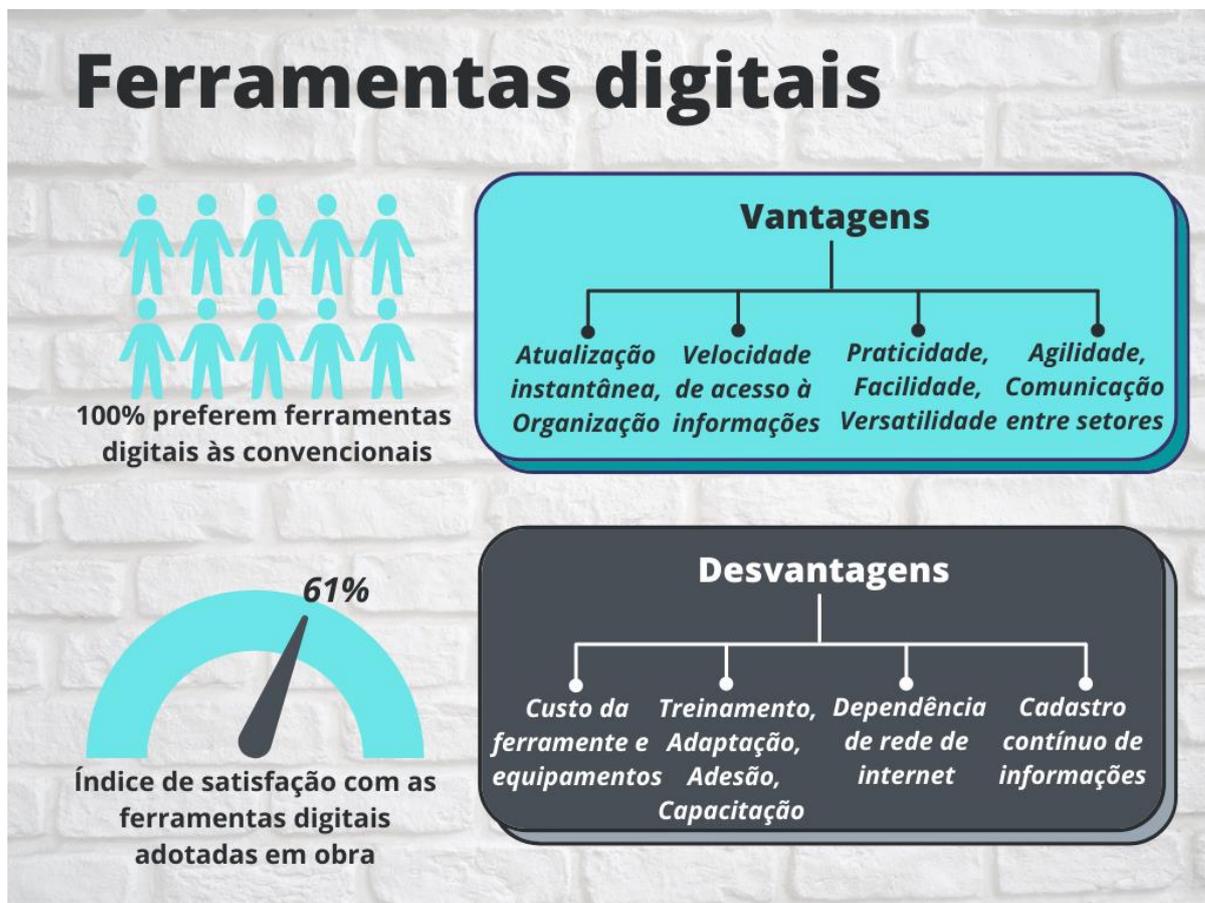


Fonte: Autora (2021).

#### 4.6.3 Experiência do usuário com as ferramentas adotadas

Como muitos dos respondentes são usuários das ferramentas digitais em questão, também foram realizadas perguntas com o intuito de verificar como ocorre a experiência dos mesmos com os softwares ou aplicativos adotados, quais as principais dificuldades encontradas na operação das ferramentas e demais perspectivas. As Figuras 16 e 17 apresentam os resultados obtidos.

Figura 16 - Perspectivas dos respondentes sobre ferramentas digitais aplicadas ao controle e acompanhamento da produção em obras.

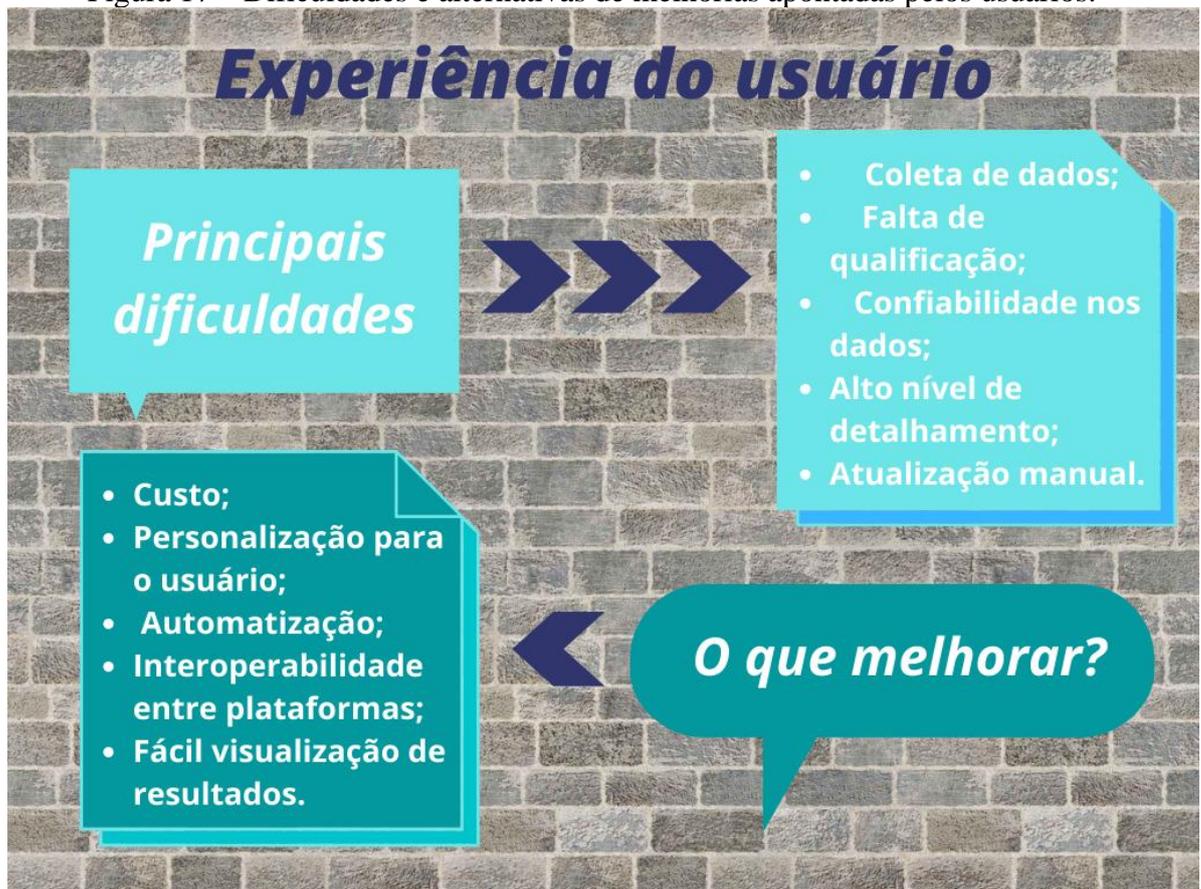


Fonte: Autora (2021).

A partir da Figura 16, é possível perceber a preferência dos usuários por permanecer com as mesmas ferramentas já empregadas, como também a unanimidade quanto a essas ferramentas serem digitais. Dentre algumas vantagens, cita-se a velocidade de acesso às informações devido à instantânea atualização das mesmas. Já entre as desvantagens, o custo de implantação e a necessidade de capacitação dos profissionais, são algumas das principais dificuldades na opinião dos respondentes.

A Figura 17 apresenta as dificuldades mencionadas pelos usuários, entre elas destaca-se a falta de qualificação e de conhecimento com as tecnologias, a dificuldade em coletar e confiar nos dados inseridos e à alta necessidade de alimentação da plataforma.

Figura 17 – Dificuldades e alternativas de melhorias apontadas pelos usuários.



Fonte: Autora (2021).

Também foram perguntadas quais características os usuários melhorariam nas ferramentas digitais. Na Figura 17 estão sintetizadas as principais características apontadas, como o custo, a personalização e a relação com outras plataformas.

## 5 CONCLUSÕES

Mediante o mapeamento sistemático da literatura realizado, infere-se que os temas abrangidos pelas palavras-chave da pesquisa aparecem relativamente bem no Brasil, destacando-se congressos nacionais. Contudo, por meio da análise das palavras-chave encontradas nas publicações, conclui-se que apesar da semelhança entre elas, ainda existe uma lacuna de trabalhos que relacionem ferramentas às boas práticas na construção civil.

Ademais, pela observação dos aspectos apresentados, conclui-se pela viabilidade de uma ferramenta digital de boas práticas que auxilie os profissionais responsáveis pela gestão das obras em suas tomadas de decisão. Essa ferramenta digital, apesar de ser manipulada essencialmente pelo corpo de engenheiros e estagiários, precisa possuir uma linguagem acessível às pessoas dos vários níveis hierárquicos.

A incorporação de uma nova ferramenta digital perpassa pela necessidade de capacitação dos usuários, o que pode incorrer em mais custos, um dos principais empecilhos visualizados pelos engenheiros e profissionais da construção.

A ferramenta mais aplicada em obras foi a Microsoft Excel® e possui um bom índice de satisfação, porém não se trata de uma ferramenta específica para o acompanhamento e controle da produção.

Uma forte dependência de alimentação de dados é uma das grandes dificuldades enfrentadas; por isso, a ferramenta precisa ser a mais enxuta possível, para que não haja um grande desgaste do usuário. Além disso, um baixo custo, a interação com outras plataformas, e a possibilidade de personalização, são as características buscadas pelos usuários para as ferramentas.

A praticidade é uma característica de suma importância para os usuários, o que acarreta na preferência unânime destes por recursos digitais. Mesmo que a maior parte das ferramentas seja manipulada pela equipe gerente, uma interface enxuta e intuitiva se mostra bastante pertinente à construção civil. A rápida visualização de informações é requisito básico na contribuição da tomada de decisão dos usuários dessas ferramentas.

## 6 PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Através dos conhecimentos adquiridos com esta pesquisa, infere-se pela perspectiva de uma pesquisa futura tratando da elaboração de uma ferramenta que contribua com a gestão das obras, auxiliando a tomada de decisão dos gerentes, e amparada pelo *software* Excel, por já ser satisfatoriamente adotado, e pelo baixo custo de incorporação.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro. 2012
- AGILEAN. **Agilean**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://agilean.com.br/>>. Acesso em: 23 de fev. de 2021.
- ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.
- CONSTRUCTWEB. **Constructweb**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://constructweb.com.br/>>. Acesso em: 23 de fev. de 2021.

FACILITAT Tecnologia. **Facilitat**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://facilitat.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

FASTBUILT. **Fastbuilt**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.fastbuilt.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

FIBRA. Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil. **Sistema FIBRA**, 2021. Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>> Acesso em 17 de janeiro de 2021.

FORMOSO, C.T. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do Setor.** /Apresentado ao Seminário Desperdício na Construção realizado no SINDUSCON/SP, São Paulo, 1996/

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report no 72.** Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction.** 2000. 296p. Thesis (Doctor). Espoo, Finlândia: VTT. 2000.

KOSKELA, L. Making-do – The eighth category of waste. IN: 12TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Helsingør, Denmark, 2004. **Proceedings** [...] Helsingør: IGLC, 2004.

MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multiparty contracted projects: evidence from literature. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, Fortaleza, 2013. **Proceedings** [...] Fortaleza: IGLC, 2013.

MESQUITA, V. F. **Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural.** 2014. 168p. Dissertação (Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2014.

OBRAFIT. **Obrafit**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.obrafit.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

OBRAPRIMA. **Obraprimaweb**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.obraprimaweb.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

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

PREDIALIZE. **Predialize**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://predialize.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

PREVISION. **Prevision**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.prevision.com.br/>>. Acesso em: 23 de fev. de 2021.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal Of Production Research**, v. 30, n. 10, p. 2457-2466, 1992.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**, 2004. p. 219. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J.; SOUZA, A. M.; SANTOS NETO, A. T.; HEINECK, L. F. M. Utilization of extra planning activities by construction companies in Sergipe, Brazil In:

ANNUAL CONFERENCE OF THE IGLC, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2012. 11p.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017. ISSN 1678-8621.

TECZA. **Gotecza**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://gotecza.com/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

## 7 OUTRAS ATIVIDADES

### 7.1 Prática do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”

Mesquita (2014) propôs um jogo didático para melhor compreensão das práticas relacionadas ao processo construtivo de alvenaria estrutural. O objetivo do jogo é simular a execução de alvenaria estrutural, o que auxilia o jogador na compreensão do processo construtivo como um todo, contribuindo para escolha de atividades imprescindíveis para o desenvolvimento do procedimento de alvenaria estrutural.

Para a presente pesquisa, o jogo foi escolhido para treinar as bolsistas no sistema construtivo de alvenaria estrutural, uma vez que esse sistema é um dos possíveis para a vedação vertical. Ao fazer isso, objetivava-se explicitar as atividades constituintes do processo construtivo padrão e as atividades facilitadoras desse, de modo a contribuir com o objetivo geral do projeto de pesquisa.

O jogo foi realizado na manhã do dia 06 de maio no laboratório de hidráulica da Universidade Federal de Sergipe. O objetivo da dinâmica proposta foi avaliar que decisões seriam tomadas frente ao desafio proposto, quais atividades seriam escolhidas para o processo, assim como a capacidade do jogador de diferenciação dos elementos, organização e esquematização lógica.

Como o jogo foi simulado durante o período por COVID-19, foram tomadas as medidas necessárias para garantir o distanciamento entre os jogadores. Assim, o jogo que deveria ser jogado por uma equipe, foi jogado de modo individual. Desta forma, foram três jogos realizados simultaneamente com uma jogadora em cada. Para cada jogadora tinha uma supervisora que fazia anotações e registros fotográficos, além de filmar.

## **7.2 Metodologia aplicada à realização do jogo**

Para o desenvolvimento do jogo foi entregue a cada jogador uma caixa contendo elementos básicos, como: tesoura, fita crepe, régua, caneta, kit de atividades, fluxograma do jogo em formato A3, kit de fotos, manual do jogo, identificação da equipe (equipe D).

Participaram da dinâmica a orientadora PIBIC, duas pessoas membro da equipe e três bolsistas PIBIC.

Com todos os materiais necessários disponíveis foram disponibilizadas algumas informações básicas sobre o jogo, como a utilidade de cada material. O tempo ofertado para o desenvolvimento do jogo foi de quarenta minutos, no qual o jogador deveria manipular todas as atividades disponíveis e encaixar as que considerasse necessário no fluxograma, bem como as fotos.

Após a realização do jogo, abriu-se espaço para debate entre as jogadoras e as supervisoras, para extrair impressões, dicas para uso do jogo, de modo virtual, comparação da simulação com o canteiro de obras etc.

## **7.3 Resultados e Discussões**

As atividades fornecidas foram previamente distribuídas na mesa para melhor visualização. Havia 4 cores de atividades, verde, amarela, azul e preta, o que tornou possível perceber um certo alinhamento entre as atividades de mesma cor. Logo, percebeu-se que as de cor amarela e preta eram atividades indesejáveis para o fluxo do processo, e então essas foram descartadas. As atividades restantes, azul e verde, foram distribuídas ao longo do fluxograma, atentando-se sempre em buscar o melhor encaixe possível para a sequência das atividades.

As atividades foram assim colocadas na posição considerada correta, e então, foram também coladas algumas fotos que representavam atividades utilizadas no fluxograma. Na Figura 01 está apresentada uma foto do jogo finalizado.

Figura 01 – Fluxograma final.



Fonte: Autora (2021).

Assim, a partir do jogo finalizado, foi possível obter a pontuação final obtida, essa considera a quantidade de atividade facilitadoras (azuis) e boas práticas (verdes) inseridas, além das falhas (amarelas e pretas) que descontam pontos. Adicionar fotos ao fluxograma também contava positivamente para a pontuação. Os pesos de cada tipo obedecem a da Tabela 01.

Tabela 01 – Pesos para pontuação.

PONTOS POSITIVOS		FOTOS	PONTOS FRÁGEIS	
ATIVIDADE FACILITADORA	BOA PRÁTICA	FOTOS	ATIVIDADE FALHA (LEVE)	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)
2	1	0,2	-1	-2

Fonte: Autora (2021).

A partir da Tabela 01 foram contabilizadas as pontuações referentes a cada atividade, o que resultou na pontuação final apresentada na Tabela 02.

Tabela 02 – Pontuação equipe D.

PONTOS POSITIVOS		FOTOS	PONTOS FRÁGEIS		PONTUAÇÃO TOTAL
ATIVIDADE FACILITADORA	BOA PRÁTICA	FOTOS	ATIVIDADE FALHA (LEVE)	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	
14	15	2,2	0	0	31,2

Fonte: Autora (2021).

Através do jogo foi possível vivenciar a experiência de estar na posição de comando e ter a responsabilidade de tomar decisões gerenciais em um processo construtivo. Identificar que as atividades de mesma cor seguiam uma determinada lógica e separá-las previamente foi um dos pontos positivos a se destacar na execução do jogo. Todavia, a grande preocupação em posicionar as atividades na sequência correta foi um dos fatores que prolongou o jogo além do necessário, sendo utilizado todo o tempo disponível (40 minutos) para a conclusão do jogo. Essa incerteza ao tomar uma decisão pode ser explicada pela falta de experiência em assumir papéis gerenciais, visto que ainda não foram cursadas as disciplinas de planejamento e gerenciamento de obras no curso de engenharia civil pela jogadora, sendo assim importante desenvolver conhecimentos na área de gestão de obras.

#### 7.4 Conclusões

Portanto, o jogo propiciou um maior conhecimento acerca do processo executivo de alvenaria estrutural, bem como permitiu a vivência da experiência de tomar decisões de gerência, e compreender de forma simulada o peso que essas decisões carregam consigo. Desse modo, dispor de ferramentas auxiliadoras no processo de tomada de decisão é de grande relevância para a gestão de obras.

## 8 JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO

Não foram necessários ajustes no plano de trabalho, todavia a visita técnica precisou ser postergada devido ao cenário de Covid-19.

## APÊNDICE A – Portfólio Bibliográfico

Portfólio Bibliográfico									
#	Título	Autores	Ano	Fonte	Citado por	Instituição	Tipo	País	Palavras-chave
1	Prediction of environmental performance indicators for construction sites based on artificial neural networks	Fernandes, L.L.A	2019	27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2019	0	Federal University of Bahia	Conference Paper	Brazil	Lean construction, sustainability, waste, construction management, performance measurements
		Rocha, M.J.							
		Costa, D.B.							
2	Qualitative analysis of lean tools in the construction sector in Colombia	Castiblanco, F.M	2019	27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2019	2	Escuela Colombiana de Ingeniería	Conference Paper	Colombia	Affinity analysis, last planner system, lean construction, Pareto chart, visual management
		Castiblanco, I.A							
		Cruz, J.P.							
3	BIM-LEAN as a Methodology to Save Execution Costs in Building Construction-An Experience under the Spanish Framework	Dolores Andujar-Montoya	2020	Applied Sciences-Basel	2	University of Alicante	Article	Spanish	BIM; construction clashes; Last Planner System; Building Information Modelling; Lean Construction
		Maria and Galiano-Garrigos							
		Víctor Echarri-Iribarren							
		Carlos Rizo-Maestre							
4	Investigating the challenges related to combining BIM and Last Planner System on construction sites	Boton, Conrad	2020	Frontiers of Engineering Management	0	École de Technologie Supérieure	Article	Canada	Building Information Modeling; Last Planner System; construction site; lean construction
		Pitti, Yaya							
		Forgues, Daniel							
		Iordanova, Ivanka							

5	Adoptability of Lean Construction Techniques in Pakistan's Construction Industry	Memon, Aftab Hameed	2018	Civil Engineering Journal-Tehran	2	Quest University, Nawabshah	Article	Pakistan	Lean Construction; Lean Tools and Techniques; Lean Benefits; WasteReduction; Pakistan
		Akhund, Muhammad Akram				ISRA University			
		Laghari, Abdul Nasirand				Quest University, Nawabshah			
		Imad, Hafiz Usama				ISRA University			
		Bhangwar, Shadab Noor				Quest University, Nawabshah			
6	Critical analysis of lean construction measuring tools	Echs Lucena, Arthur Felipe	2018	Brazilian Journal of Operations \& Production Management	5	State University of Maringá	Article	Brazil	Toyota Production System; Civil construction; Construction sites;Construction management; Production management.
		De Mori, Luci Mercedes							
7	Building Information Management as a Tool for Managing Knowledge throughout whole Building Life Cycle	Nyvt, Vladimir	2017	World multidisciplinary civil engineering-architecture-urban planningsymposium - wmcaus	9	Institute of Technology and Business in České Budějovice	Proceedings Paper	Czech Republic	-
		Pruskova, Kristyna							
8	The effects of BIM and lean construction on design management practices	Tauriainen, Matti	2016	5TH Creative Construction Conference (CCC 2016)	59	Aalto University	Proceedings Paper	Finland	building information modeling; collaboration; design management; design team; lean construction
		Marttinen, Pasi				Sweco Structures		Sweden	
		Dave, Bhargav				Aalto University		Finland	
		Koskela,Lauri				University of Huddersfield		United Kingdom	

9	Lean construction como estratégia para melhorias em canteiros de obras: uma revisão sistemática na literatura nacional	Elaine de Araujo Camera	2015	Catálogo de teses e dissertações da Capes	1	Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Engenharia de Bauru	Dissertação	Brazil	Lean Construction, Productivity, Construction, Quality.
10	Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (bim) por usuários da cidade de Aracaju / Sergipe	Marcelo Augusto Costa Maciel	2014	Catálogo de teses e dissertações da Capes	4	Universidade Federal de Sergipe	Dissertação	Brazil	BIM, Building Integrated Modeling, Wastes, Lean Construction, CAD
11	Desenvolvimento de um modelo de excelência para implementação do lean construction	Larissa Silva de Melo	2017	Catálogo de teses e dissertações da Capes	-	Universidade Federal Fluminense	Dissertação	Brazil	Lean Construction, Waste, Improvement, Implementation, Shingo Prize
12	Redesenho do sistema de gestão da produção em Empresa Construtora: estudo de caso com foco no planejamento físico de obra	Maria Leticia Bassoli Chirinea	2017	Catálogo de teses e dissertações da Capes	4	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	Dissertação	Brazil	Civil engineering, Lean construction, Planning engineering, Construction company, Production system
13	Desarrollo del módulo gestión logística interno en obras de construcción en la plataforma gico	Botero, Luis Fernando	2015	Sibragec Elagec 2015	4	Universidad EAFIT	Artigo de Congresso	Colombia	Management integrated system, Construction Logistic, Lean Construction
		Vásquez, Alejandro							
14	Implementação da ferramenta kanban para gestão da produção e distribuição de traços de argamassa no canteiro de obras: estudo de caso em Maceió-AL	Neumann, Jean Vitor Moura	2015	Sibragec Elagec 2015	1	Universidade Federal de Alagoas	Artigo de Congresso	Brazil	Lean Productio, Just-in-time, Kanban, Mortar.
		Silva Júnior, Carlos André Vieira							
		Weber, Adriana de Oliveira Santos							
		Weber, Ismael							

15	Gestión visual del sistema last planner mediante el modelado BIM	Orihuela, Pablo	2015	Sibragec Elagec 2015	4	PUPC	Artigo de congreso	Peru	Production Control, Last Planners System, BIM, Visual Management
		Canchaya, Luis				Consorcio Italfip - Motiva			
		Rodriguez, Edinson				Consorcio Italfip - Motiva			
16	Refinamento do controle integrado da produção e qualidade no canteiro com o suporte de BIM	Villamayor Ibarra, José	2015	Sibragec Elagec 2015	-	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Artigo de congreso	Brazil	PPC, information technologies, BIM, quality control, rework.
		Formoso, Carlos Torres							
17	Ferramenta em planilhas para o planejamento e controle da produção com controle de ritmos em uma obra de edificação	Garrido, Marlon Camara	2013	Sibragec 2013	-	Universidade Federal do Paraná	Artigo de Congresso	Brazil	Production Planning and Control, Last Planner System, Rhythm Production, spreadsheet
		Nardino, Cladilson							
		Mendes Junior, Ricardo							
		Campestrini, Tiago Francisco							
18	Uso da modelagem bim 4D no planejamento e execução de um empreendimento habitacional	Garrido, Marlon Camara	2013	Sibragec 2013	-	Universidade Federal do Paraná	Artigo de Congresso	Brazil	BIM 4D, Line of Balance, BIM, Production Planning and Control
		Nardino, Cladilson							
		Mendes Junior, Ricardo							
		Campestrini, Tiago Francisco							
19	Implementação de construção enxuta em um ano em um projeto de construção	Barbosa, George	2013	Sibragec 2013	2	Construtora Colmeia	Artigo de Congresso	Brazil	Implementação, construção enxuta, projeto do sistema de produção, Sistema Last Planner.
		Andrade, Fabíola							
		Biotto, Clarissa				SIPPRO – Consultoria Lean			
		Mota, Bruno							

20	Uso de ferramentas de TI e gestão do conhecimento no apoio a gestão de obras	Mendes Junior, Ricardo	2009	Sibragec 2009	-	Universidade Federal do Paraná	Artigo de congresso	Brazil	Management, Information, Knowledge Management
		Silva, Helena de F. Nunes							
		Freitas, Maria do Carmo D.							
		Uriarte, Luiz Ricardo				Sociedade Educacional de Santa Catarina			
		Almeida, Marcus Garcia de				Universidade Federal do Paraná			
		Harada, Magali							
		Moretti, Vanessa							
Maggis, Raphaela									
21	4D BIM na construção civil e sua relação com lean construction: revisão sistemática da literatura	Corrêa, Leonardo de Aguiar	2017	Sibragec 2017	0	Universidade Federal de Santa Catarina	Artigo de Congresso	Brazil	Building Information Modeling, Lean Construction, 4D.
		Marchiori, Fernanda Fernandes							
22	Work-task: sistema computacional para o planejamento e controle da produção de obras de construção civil	Bernardes, Maurício Moreira e Silva	2004	Entac 2014	1	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Artigo de Congresso	Brazil	Restrições; Análise de Restrições; Planejamento e Controle da Produção.
		Salvador, Thiago Francio							
23	Concepção de sistema de informação para gestão de obras no nível operacional utilizando-se da internet e computação móvel	Ricardo Mendes Jr	2006	Entac 2006	1	Universidade Federal do Paraná	Artigo de Congresso	Brazil	Work Planning and Control, WEB Systems, Mobile Computing
		Thiago Henrique Zen							
		Fábio Vinícius Peyerl							
		Flávio de Andrade Neto							
		Marcelo D'Ávila de Pauli				CTXML/PR			
24	Uso de técnicas computacionais no aprimoramento da tomada de decisões no setor de construção: revisão sistemática da literatura	Bezerra, Pedro	2020	Entac 2020	0	Universidade Federal do Paraná	Artigo de Congresso	Brazil	Operations Research, Algorithms, Simulation, Planning, Decision-Making.
		Scheer, Sergio							

Fonte: Autora (2021).