



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

NATACHA PEREIRA FALCÃO

**ESTUDO DO USO DE SOFTWARE PARA MITIGAR AS DIFICULDADES DE
ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO DE OBRAS
VERTICAIS**

RUSSAS

2023

NATACHA PEREIRA FALCÃO

ESTUDO DO USO DE SOFTWARE PARA MITIGAR AS DIFICULDADES DE
ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO DE OBRAS VERTICAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do
Campus de Russas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Mylene de Melo Vieira

RUSSAS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F164e Falcão, Natacha Pereira.
Estudo do uso de software para mitigar dificuldades de aderência ao planejamento e acompanhamento de obras verticais / Natacha Pereira Falcão. – 2023.
49 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Curso de Engenharia Civil, Russas, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Mylene de Meio Vieira.

1. Construção enxuta. 2. Obras verticais. 3. Planejamento e controle de obras. 4. Indústria 4.0. I. Título.
CDD 620

NATACHA PEREIRA FALCÃO

ESTUDO DO USO DE SOFTWARE PARA MITIGAR AS DIFICULDADES DE
ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO DE OBRAS VERTICAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do
Campus de Russas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mylene de Melo Vieira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Civil Anderson Lima Marques
Centro Universitário Fametro (Unifametro)

Prof^ª. Paulo Henrique Moura
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus Pais, Família e Amigos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por guiar meus passos e me conceder força e sabedoria ao longo dessa trajetória. Sua presença foi fundamental para minha motivação e perseverança durante os desafios enfrentados.

À minha família, expresso minha sincera gratidão por todo o amor, incentivo e suporte incondicionais. Vocês sempre acreditaram em mim e me deram coragem para seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis. Sou verdadeiramente abençoada por ter vocês ao meu lado.

Em especial, gostaria de agradecer a Emanuel, cuja presença constante e apoio incansável foram fundamentais para minha jornada acadêmica e pessoal. Seu encorajamento, motivação e apoio foram essenciais para que eu superasse os obstáculos e alcançasse meus objetivos. Sou imensamente grata pela sua presença na minha vida.

Também quero expressar meu agradecimento aos todos os meus amigos, nas pessoas de Ana Cassia, Dalyson, Felipe, Matheus Viana, Douglas, Renato e Auciane. Sua amizade e compreensão ao longo desses anos foram inestimáveis. Vocês estiveram ao meu lado nos momentos de estudo, estresse e celebração, compartilhando risadas, conselhos e experiências. Sem vocês, essa jornada não seria a mesma.

Por fim, meu agradecimento especial vai para minha orientadora Mylene. Sua orientação, paciência e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua expertise e feedbacks valiosos me guiaram na direção certa, permitindo que eu aprimorasse meu conhecimento e habilidades acadêmicas. Sua orientação foi um verdadeiro presente e sou grata por tê-la como mentora.

A todas as pessoas mencionadas e a todas as outras que, de alguma forma, contribuíram para minha jornada acadêmica, meu muito obrigado. Seu apoio e encorajamento foram fundamentais para a minha conquista e sou eternamente grata por todo o suporte recebido.

Que este momento de gratidão se estenda a todos aqueles que me ajudaram a chegar até aqui. A todos, meu sincero agradecimento.

RESUMO

Ter um planejamento de obra e controle atrelado ao pensamento enxuto é uma questão de sobrevivência em um setor que está dentre os menos produtivos e que tanto é cobrado por qualidade e redução de custos. Ao passo que planejar dá previsibilidade aos processos, ainda se vê muita dificuldade e negligência com os planejamentos de obras, isso implica na tomada de decisões sem nenhuma base de dados do andamento da obra. Portanto a pesquisa norteou-se no mapeamento das dificuldades no planejamento e controle de obras, detendo-se ao grupo de construções de edifícios de médio e grande porte, e demonstrando a utilização de uma ferramenta do mercado para mitigar as dificuldades mapeadas. A realização do estudo foi realizada por meio de análise quantitativa e caracterização da solução citada, sendo estabelecida a maior dificuldade que as empresas enfrentam no tocante ao planejamento e controle das obras. Foi observado ainda que apesar do quanto a construção enxuta vir se difundindo no Brasil, a dificuldade de colocar na prática ainda persiste e que a tecnologia pode ser uma forma de aplacar essas dificuldades.

Palavras-chave: construção enxuta; obras verticais; planejamento e controle de obras; indústria 4.0.

ABSTRACT

In an industry that ranks among the least productive and is constantly challenged to deliver high quality while reducing costs, having effective construction planning and control linked to lean thinking is essential for survival. Despite the benefits of planning, there is still a significant lack of attention and negligence towards construction project planning, resulting in decision-making without any reliable data on project progress. This research aimed to map the difficulties in construction planning and control, focusing on medium and large-scale building projects, and demonstrating the utilization of a market tool to mitigate the identified challenges. The study employed quantitative analysis and characterization of the mentioned solution, aiming to identify the primary difficulties that companies face regarding project planning and control. Furthermore, it was observed that despite the growing adoption of lean construction principles in Brazil, practical implementation remains challenging, and technology can be a viable means to address these difficulties.

Keywords: lean construction; vertical construction; planning and control of construction projects; industry 4.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência das etapas da pesquisa.....	23
Figura 2 - Modelo SPIN para vendas B2B.....	24
Figura 3 - Agilean Planner, interface inicial.....	27
Figura 4 - Agilean App.....	28
Figura 5 - Agilean Portal de indicadores.....	28
Figura 6 - Estrutura Hierárquica de zona de trabalho (EHZT).....	37
Figura 7 - Sequenciamento dos pacotes de serviço.....	38
Figura 8 - Configurações da etapa.....	38
Figura 9 - Opções de planejamento.....	39
Figura 10 - Criação da Linha de balanço.....	39
Figura 11 - Linha de Balanço modelo.....	40
Figura 12 - Estrutura analítica de projeto.....	40
Figura 13 - Linha atual vs Linha de Base.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mapeamento de utilização de ERP - 2021	30
Gráfico 2 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 2021	30
Gráfico 3 - Mapeamento de ERP 2022.....	31
Gráfico 4 - Principais dificuldade que levaram a contratação - 2022	31
Gráfico 5 - Mapeamento de ERP - 1º trimestre 2023.....	32
Gráfico 6 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 1º trimestre 2023	33
Gráfico 7 - Mapeamento de ERP - 2021 a 1º trimestre de 2023	34
Gráfico 8 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 2021 a 1º trimestre de 2023	34
Gráfico 9 - Principais valores enxergados na contratação.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conceitos da construção enxuta vs funcionalidades da Agilean	26
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos da pesquisa	13
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	13
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
1.3	Organização do trabalho	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Industria 4.0	16
2.1.1	<i>Elementos essenciais</i>	16
2.1.2	<i>Premissas</i>	17
2.2	Lean Construction	17
2.2.1	<i>Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</i>	18
2.2.2	<i>Aumentar o valor do produto</i>	18
2.2.3	<i>Reduzir a variabilidade</i>	18
2.2.4	<i>Reduzir tempo de ciclo</i>	18
2.2.5	<i>Simplificar através do número de passos ou partes</i>	19
2.2.6	<i>Aumentar a flexibilidade de saída</i>	19
2.2.7	<i>Aumentar a transparência do processo</i>	19
2.2.8	<i>Focar o controle no processo global</i>	19
2.2.9	<i>Induzir melhoria contínua no processo</i>	20
2.2.10	<i>Manter um equilíbrio na melhoria dos fluxos e conversões</i>	20
2.2.11	<i>Fazer benchmarking</i>	20
2.3	Planejamento e controle de obra	20
2.3.1	<i>Caminho crítico</i>	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Caracterização da pesquisa	22

3.2 Etapas da pesquisa	22
3.2.1 <i>Formulário de passada de bastão</i>	23
3.2.2 <i>Banco de Dados</i>	25
3.2.2.1 <i>Análise de dados</i>.....	25
3.4 <i>Uso do software Agilean no planejamento e controle de obras</i>	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 <i>Resultado da análise dos formulários</i>	29
4.2 <i>Uso do software Agilean no planejamento e controle</i>	36
4.2.1 <i>Elaboração do planejamento de obra</i>	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
5.1 <i>Conclusão</i>	42
5.2 <i>Sugestões para trabalhos futuros</i>	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXO A – MODELO DE FORMULÁRIO DE PASSADA DE BASTÃO.....	46

1 INTRODUÇÃO

O planejamento e controle tem um papel fundamental nas construtoras e incorporadoras, já que são os meios para se obter os principais indicadores que nortearão o monitoramento da obra e seu desempenho. Assim as deficiências nesses quesitos são as principais causas de baixa produtividade, elevadas perdas e baixa de qualidade no setor (MATTOS, 2010).

Entende-se que a negligência ao planejamento e ao controle das obras é uma ação inconsequente que tende a refletir em déficit financeiros inesperados, também conhecidos como estouros de custos, bem como paradas por falha na previsibilidade de mão de obra e suprimentos, impactando diretamente nas etapas que agregam valor ao projeto.

Assim, a Indústria 4.0 com sua perspectiva de digitalização e facilitação no compilado das informações pode atuar como meio de reduzir essas negligências no setor.

A implementação de *softwares* no setor da construção civil é vista como umas das principais soluções no controle de produtividade, bem como um potencial para o controle de tempo e cronograma (KOSKELA, 1992). Esse potencial impulsionou a utilização de softwares na construção civil.

É notória a presença de ferramentas como MS Project e Excel sendo utilizados no planejamento e controle de obras. No entanto, por se tratarem de ferramentas para gerenciamento de projetos e análise de dados, respectivamente, não são adaptadas para a realidade da gestão de empreendimentos de maior porte.

A falta de conhecimento sobre a construção enxuta aliado com a má utilização ou a utilização de ferramentas inadequadas para o planejamento e controle de obras de médio a grande porte, implica na coleta de dados que não geram informações para a tomada de decisão e não produzem conhecimento para futuros empreendimentos.

1.1 Justificativa

Tendo em vista os percalços oriundos do mal planejamento e controle de obras, é constatada a importância de se estudar as principais causas dessas deficiências. Segundo a ótica de Formoso et al (1999) os profissionais do setor têm consciência dessa importância, no entanto, poucas empresas possuem processos estruturados.

Neste sentido, o presente trabalho tem como intuito mapear as principais dificuldades enfrentadas na elaboração e execução do planejamento e controle, focando nas

obras de edifícios verticais com pavimentos repetitivos. Também visa apresentar de forma detalhada, como a utilização de um software próprio para esses processos pode ajudar na retirada dos percalços mapeados, na digitalização e na visão simplificada dos dados das obras.

Prado (2002) afirma que com a crescente competitividade, o aumento das exigências dos clientes por qualidade, redução de custos e prazos, as construtoras precisam se reestruturar.

Ainda de acordo com Prado (2002), o planejamento atrelado ao controle rigoroso permitirá que elas trabalhem em ambientes incertos, solucionando problemas e protegendo a produção das frentes de serviço.

Utilizando para isso a construção enxuta, que segundo Koskela, et al. (2016) é uma maneira de projetar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforços, a fim de gerar a maior quantidade possível de valor.

Logo, esse trabalho se justifica pelas contribuições dadas ao setor da construção civil, já que expõe as principais dificuldades nas obras e propõe utilizar a tecnologia em conjunto com o *lean construction*, construção enxuta, para otimizar e alcançar os benefícios de um processo estruturado.

O trabalho também se justifica do ponto de vista econômico, uma vez que mitigar as dificuldades, permite segundo Mattos (2010), que os engenheiros tenham noção da quantidade de recursos requeridos para a execução das atividades planejadas, garantindo o nivelamento de recursos através da reprogramação de atividades que não impliquem no caminho crítico.

Investir na gestão e controle das obras é inevitável para se ter economia e gerar maior valor para o cliente final. Porém ainda são práticas negligenciadas, como dito por Mattos (2010, p.27),

Como a construção se desenvolveu historicamente com grande informalidade e em um ambiente em que o desperdício era tido como “aceitável” e no qual se valorizava o “tocador de obras” em detrimento do “gerente”, houve um inevitável afastamento do pessoal de campo em relação ao planejamento e acompanhamento.

1.2 Objetivos da pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho consiste no mapeamento das dificuldades no planejamento e controle de construções de edifícios de múltiplos pavimentos por meio de software baseado em pensamento enxuto e construção 4.0.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Mapear a existência de sistemas de planejamento de recursos de 91 empresas de construção;
- b) Levantar dados das principais dificuldades das 91 empresas de construção no planejamento e controle de obras;
- c) Apresentar os impactos do software Agilean na mitigação das dificuldades no planejamento e controle de obras de edifícios de múltiplos pavimentos.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho possui 5 capítulos, cada capítulo tratando dos temas que serão apresentados a seguir.

O capítulo 1 aborda uma breve introdução sobre o tema, enfatiza a necessidade de focar no planejamento e controle de obras e a perspectiva trazida pela Indústria 4.0 ao atrelar a tecnologia aos conceitos do *lean construction*, as justificativas para a realização deste trabalho, o objetivo geral e os objetivos específicos buscados durante esse estudo e por último a estruturação deste trabalho.

O capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica com uma breve contextualização sobre a Indústria 4.0, a construção enxuta e o planejamento e controle de obras, bem como a implicação deles na entrega de valor para o cliente e na qualidade e produtividade no setor da construção. A abordagem do capítulo visa apresentar uma base de conhecimentos para melhor compreensão dos assuntos abordados no decorrer do trabalho.

O capítulo 3 apresenta a concepção dos materiais e métodos utilizados para o trabalho. É descrita a criação do banco de dados com as informações que confirmam as dificuldades das empresas em forçar no planejamento e acompanhamento das obras. Além de apresentar o motivo da escolha do *software* Agilean, bem como a metodologia para a análise do ambiente da ferramenta.

O capítulo 4 traz a apresentação dos resultados das informações constatadas por meio da análise do banco de dados, também foi apresentado um exemplo de uso do *software* Agilean.

O capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas com a realização deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria 4.0

De acordo com Firjan (2016), a indústria 4.0 tem início na Alemanha como uma forma de planejamento do governo para o desenvolvimento tecnológico da manufatura do país. O governo criou, em 2006, o *High Tech Strategy* que continha grandes investimentos nas áreas de tecnologia e inovação.

A então Chanceler alemã, Angela Merkel, definiu a indústria 4.0 como sendo a integração da tecnologia e da internet com a indústria convencional. Enquanto Lasi, Fettke et al. (2014) a definem como um plano de digitalização e automação do processo produtivo, criando séries digitais de valor interligando produtos, ambientes e parceiros comerciais.

Segundo Baur e Wee (2015), essa nova organização da indústria deve seguir os seguintes fatores:

- Aumento da quantidade de dados coletados, da capacidade computacional e da conectividade;
- Dados passíveis de análise pelos setores inteligência;
- Novos modelos de interação do homem com a máquina;
- Aperfeiçoamento na transferência de comandos do meio digital para o físico.

2.1.1 Elementos essenciais

Firjan (2016) argumenta que os *Cyber Physical Systems* (CPS) são essenciais para a implantação da indústria 4.0, visto que viabilizam a troca de informações entre operações reais, através de computadores embarcados e redes, controlando processos físicos, comunicação automatizada e respostas instantâneas.

De acordo com Silva (2018) a *Internet of Things* ou IoT conecta máquinas com sensores inteligentes e *softwares*, proporcionando o processamento e a geração de dados da interação entre o ambiente virtual e físico.

Os dados criados pela IoT precisam ser coletados, processados e analisados pelo Big Date, softwares que gerenciam e analisam dados de diferentes fontes, otimizando processos (FIRJAN, 2016).

2.1.2 Premissas

Hemann, Pentek e Otto (2015) identificaram seis exigências para a execução do sistema IoT: interoperabilidade, virtualização, descentralização dos controles dos processos produtivos, adaptação da produção em tempo real, orientação a serviços e produção mais adaptada à variação da demanda.

Interoperabilidade é a capacidade de comunicação do sistema (CPS), mesmo que sejam advindos de fornecedores diferentes, devem ser capazes de interagir através da IoT. A virtualização é a possibilidade de representação do ambiente industrial por modelos virtuais ou simulações em ambientes virtuais (FIRJAN, 2016).

De acordo com Firjan (2016), a descentralização dos controles dos processos produtivos é a possibilidade de as tomadas de decisões poderem ser feitas por mais um profissional e até mesmo por uma CPS. A adaptação da produção parte da análise dos dados, alterando a produção ou transferindo-a, dependendo do cenário.

A orientação a serviços é uma característica que os dados e serviços são disponibilizados, possibilitando a customização dos produtos de acordo com os clientes. Além disso, é necessário um sistema de produção das mercadorias e serviços de forma flexível e adaptável (FIRJAN,2016).

2.2 Lean Construction

De acordo com Howel (1999) a *lean construction* é uma nova abordagem no desenvolvimento de atividades, completamente diferente do modelo de produção em massa. A principal transformação teórica desse modelo é considerar as atividades de fluxo, como a movimentação de funcionários ou a espera por material, que inerentes ao processo.

Em seu trabalho, Koskela (1992) apresenta onze princípios que orientam o emprego dessa metodologia, são eles:

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar através do número de passos ou partes;

- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controle no processo global;
- Induzir melhoria contínua no processo;
- Manter um equilíbrio na melhoria dos fluxos e conversões;
- Fazer benchmarking.

2.2.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Koskela (1992) define atividades que não agregam valor como aquelas que consomem ou tempo ou insumos e não convertem esses esforços no produto final da obra. São exemplos desse tipo de atividade: transporte de material e inspeções.

Uma forma de reduzir essas atividades que não agregam valor deve-se representar o fluxo dos processos, identificando as atividades, contornando ou eliminando essas atividades (FORMOSO, 2005).

2.2.2 Aumentar o valor do produto

De acordo com Formoso (2005), as necessidades dos clientes devem ser bem definidas e usadas para definição do projeto e na gestão da execução. Para que esse princípio seja aplicado é necessário o mapeamento do processo, caracterizando o cliente e suas necessidades e exigências para as etapas do projeto.

2.2.3 Reduzir a variabilidade

Formoso (2015) define três tipos de variabilidade, que estão envolvidas no processo produtivo: a nos processos anteriores, relacionada aos fornecedores do processo, a no próprio processo, relacionadas a execução, e a na demanda, relacionada às necessidades dos clientes. Projetos com maiores variabilidades aumentam o número de atividades que não agregam valor e podem resultar em um projeto abaixo do padrão esperado.

2.2.4 Reduzir tempo de ciclo

Tempo de ciclo é a soma de todos os tempos necessários para produzir um produto. A redução desse tempo é necessária para que a entrega do produto ocorra de forma mais rápida, para que a gestão dos processos se torne mais simples e as estimativas de futuras demandas sejam mais precisas (FORMOSO, 2015).

De acordo com Formoso (2015), é possível reduzir esse tempo de ciclo concentrando a produção em um número menor de unidades, controlando a produção. Além disso, é possível mudar as relações de precedência entre atividades, eliminando interdependências, executando-as em paralelo.

2.2.5 Simplificar através do número de passos ou partes

A redução de passos e partes, muito utilizada em sistemas construtivos racionalizados se faz por meio da diminuição das partes do processo utilizando elementos pré-fabricados e planejando a execução de forma eficaz, disponibilizando insumos necessários nos locais adequados, minimizando movimentações desnecessárias (FORMOSO,2015).

2.2.6 Aumentar a flexibilidade de saída

Relacionado com o princípio de aumento de valor do produto, relaciona-se com a viabilidade de alterar os aspectos do projeto de acordo com o cliente. Apesar de ser contraditório com o princípio de reduzir a variabilidade, é possível encontrar equilíbrio entre eficiência e flexibilidade (FORMOSO, 2015).

2.2.7 Aumentar a transparência do processo

Segundo Formoso (2015), com o aumento da transparência é possível identificar facilmente os erros, além de aumentar a quantidade de dados, necessários para a execução das tarefas. Pode-se aumentar a transparência reduzindo as barreiras visuais, utilizando cartazes para repassar informações importantes e melhorando a limpeza e organização do processo.

2.2.8 Focar o controle no processo global

De acordo com Isatto et al. (2000), é necessário que exista alguém responsável pelo controle do processo, que deve ser passível de mensuração. Esse princípio foca no processo como um todo, e não em suas etapas.

2.2.9 Induzir melhoria contínua no processo

Koskela (1992) afirma que conhecer o processo como um todo facilita a identificação dos resultados gerais, de forma a propor soluções mais eficientes. O aumento do valor e a redução de desperdícios são atividades contínuas.

2.2.10 Manter um equilíbrio na melhoria dos fluxos e conversões

De acordo com Resende et al. (2012), em fluxos mais controlados as implementações de novas tecnologias são mais fáceis e geram menores variabilidades. O equilíbrio é observado nos processos ao analisar o que deve ser melhorado, independentemente dos fluxos e conversões.

2.2.11 Fazer benchmarking

Benchmarking consiste no processo de aprendizado, no qual observa-se as práticas de outras empresas líderes, identificando as melhores práticas desenvolvidas (ISATTO ET AL, 2000).

2.3 Planejamento e controle de obra

De acordo com Lemes (2021), tanto empreendimentos públicos como privados utilizam um planejamento informal e baixa garantia de qualidade, prazo ou orçamento. Com a crise na construção civil gerando um aumento na competitividade, aquelas com sistema de gestão, que proporcionam um aumento da produtividade, possuíam um diferencial.

O *Project Management Institute* (2008) define o projeto como um conjunto de etapas que evoluem até o produto ou serviço final. A gerência de projetos possui relação com a organização e conclusão do projeto, controlando o ciclo de vida do gerenciamento. Já os processos de planejamento são de definição de objetivos e seleção dos melhores caminhos para atingi-los.

Limmer (1997) discorre sobre a necessidade do planejamento e do controle de projeto para alcançar os objetivos dentro dos parâmetros de qualidade predeterminados. Além disso, são benefícios do planejamento de obras: definir a organização de execução, assegurar uma boa comunicação entre as partes, caracterizar a autoridade do gerente, definir uma diretriz para a obra, conscientizar sobre prazos, qualidade e custo e integrar os esforços de todos.

De acordo com Mattos (2010), os principais benefícios de aplicar o planejamento e controle do projeto são:

- Conhecimento pleno da obra;
- Agilidade de decisões;
- Otimização na alocação de recursos;
- Padronização;
- Referências para metas e acompanhamento;
- Criação do banco de dados;
- Detecção de possíveis atrasos.

O planejamento e controle de produção é capaz de gerar as informações necessárias para uma gestão mais eficiente, com fluxo de materiais de produção, e mais eficaz no uso de seus recursos materiais e humanos (ROYER, 2020).

2.3.1 Caminho crítico

De acordo com *Project Managment Institute*, o caminho crítico é a sequência de atividades que representa a sequência de tarefas que resulta na menor duração. As atividades em um projeto possuem atividades precedentes que são obrigatórias e não obrigatórias, essas interdependências podem gerar inúmeros caminhos para executar o projeto.

No caso de projetos executados seguindo o caminho crítico, que não são previstas folgas entre as atividades, a obra sofre atraso. O que não acontece quando o caminho não crítico é seguido, já que existem folgas para absorver esses atrasos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente capítulo, apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa, contemplando a descrição da natureza da investigação realizada e suas delimitações. Em continuidade, são expostas as etapas da pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas para alcançar os objetivos propostos.

3.1 Caracterização da pesquisa

A atual pesquisa constitui um trabalho de abordagem quantitativa, que se propôs a investigar as principais demandas que levam as construtoras e incorporadoras em adquirir uma ferramenta ou consultoria na área de planejamento e acompanhamento para suas obras, trazendo assim, uma compreensão das necessidades do setor da construção. Adicionalmente, optou-se pela utilização da estratégia de estudo de caso, com o intuito de examinar como uma ferramenta atrelada aos conceitos da construção enxuta pode mitigar as demandas levantadas.

Assim, a avaliação do estudo foi conduzida por meio de duas principais fontes de evidência, que são:

- Formulários de análise de perfil, aplicado em construtoras e incorporadoras no momento de aquisição de serviços atrelados ao planejamento e acompanhamento para suas obras, sendo as informações balizadas por profissionais da área e fornecidas por uma empresa que atua no segmento, sendo sediada em Fortaleza - Ceará.
- Acesso a um ambiente teste e ao de uma empresa que utiliza a ferramenta Agilean para elaboração e acompanhamento do planejamento de uma de suas obras. Vale ressaltar que a empresa possui o mesmo perfil das empresas analisadas nos formulários coletados.

Dado o grande número de perspectivas que poderiam ser examinadas com base nos objetos de pesquisa disponibilizados, este estudo se concentrou em explorar somente as principais demandas de empresas que atuam no ramo de obras de grande porte com dimensão vertical e múltiplos pavimentos, identificando como a tecnologia associada à construção enxuta pode atenuar essas principais demandas.

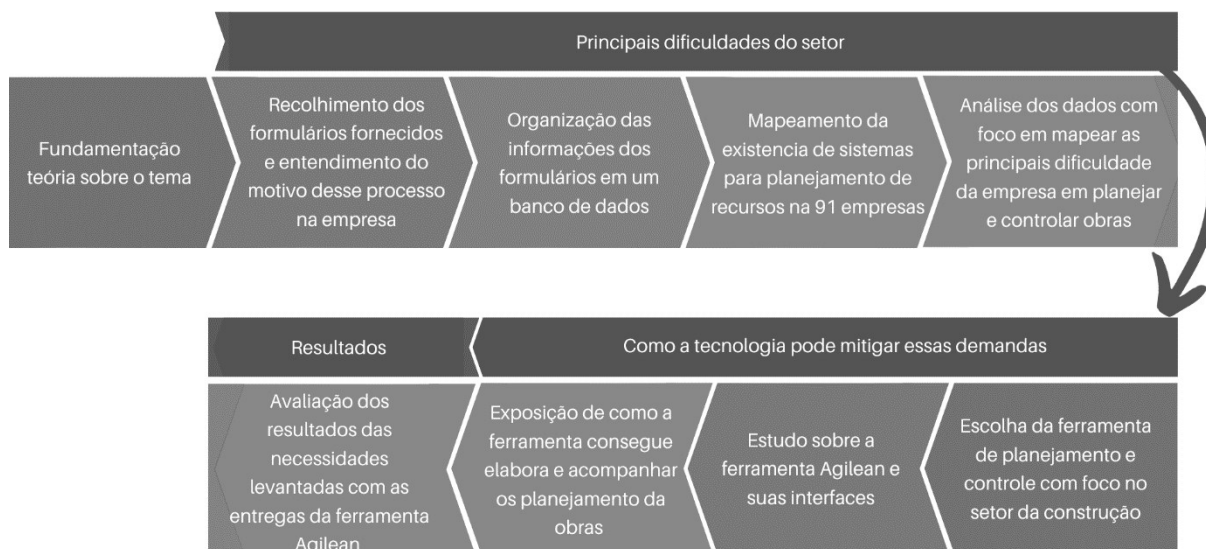
3.2 Etapas da pesquisa

Após a definição do tema da presente pesquisa e sua complexidade, foi reunido um acervo de informações que deram base para a fundação teórica deste trabalho. Em sequência

optou-se por dividir a pesquisa em duas etapas, já que foram utilizadas duas abordagens para responder às questões levantadas.

Na Figura 1 podemos ver a organização do desenvolvimento em sua sequência:

Figura 1 - Sequência das etapas da pesquisa.



Fonte: Autor (2023).

A primeira etapa foi denominada de principais dificuldade do setor, por ser a etapa que seria feita a investigação desses percalços utilizando a abordagem quantitativa aplicada ao banco de dados definido no item 3.2.2 Banco de Dados, sendo esse banco de dado composto das respostas advindas dos formulários de passada de bastão em o setor de vendas e o setor de execução dos serviços contratados, como está descrito no item 3.2.1 Formulário de passada de bastão.

Já a segunda etapa consiste na utilização do *software* Agilean para a apresentação dos impactos do mesmo no planejamento e controle de obras de edifícios verticais, denotando como a tecnologia se propõe a mitigar as demandas do setor nesse quesito.

Ademais, os resultados também foram apresentados de forma dividida, sendo os resultados da primeira etapa expostos levando em conta todas as respostas e também trazendo uma segmentação dos resultados ano a ano. Já os da segunda etapa, tiveram um caráter mais demonstrativo da solução, no entanto recapitulando os resultados expostos na primeira etapa.

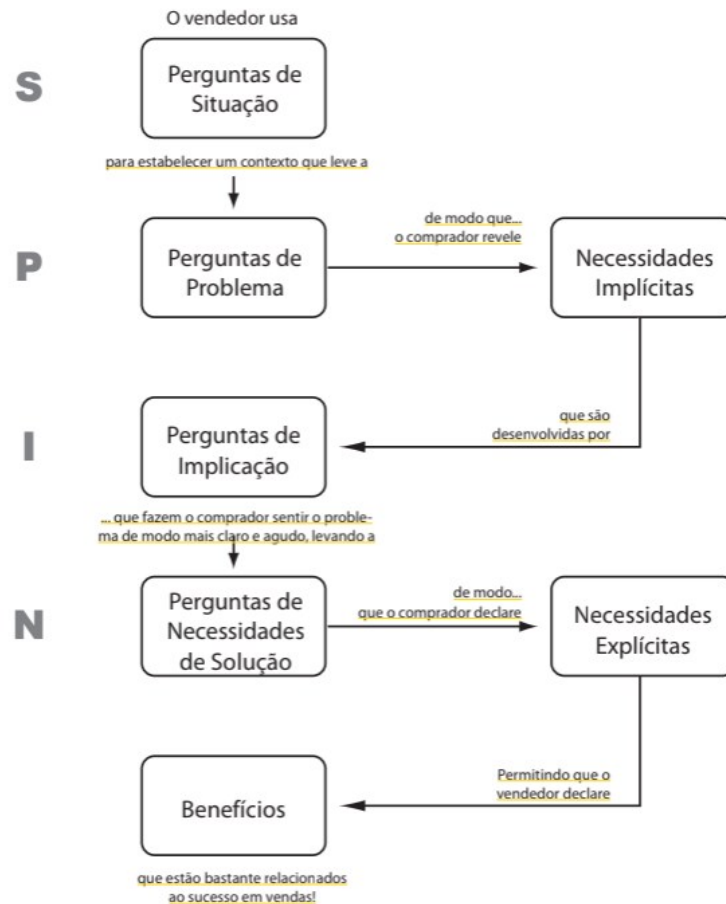
3.2.1 Formulário de passada de bastão

A empresa que forneceu o material, utiliza um tipo de venda consultiva que normalmente é aplicado em empresa que vendem para outras empresas, ou seja, negócios de

venda B2B. Esse tipo de venda foi descrito por Hanan (2011) como um processo em que o vendedor além de oferecer um produto, ele atua como um consultor do negócio do cliente.

Uma das técnicas utilizadas para esse tipo de venda é o *SPIN Selling*, onde se mapeia a situação, o problema, a implicação ao resolver ou não o problema e a necessidade pela solução. Sendo o modelo explicado por Rackham (2009) na Figura 2.

Figura 2 - Modelo SPIN para vendas B2B



Fonte: Rackham (2009).

Assim, ao fazer essa análise junto as construtoras e incorporadoras o vendedor responde ao formulário de passada de bastão, que tem como intuito repassar a necessidade do cliente para a equipe de execução dos serviços contratados, bem como passar uma análise do perfil do cliente.

Esse documento possui uma gama de informações que são divididas em gerais do cliente e obra, contratuais, técnicas, análise de valor, contatos importantes e observações, sendo a análise de valor o foco da pesquisa em questão. Um modelo do formulário pode ser visto no anexo A.

Esse processo se faz muito importante na entrega de valor para o cliente assim como seleciona empresas que tem perfil para o serviço prestado, deixando todos com expectativas alinhadas.

3.2.2 Banco de Dados

Para organização do banco de dados foram utilizados os formulários aplicados de forma verbal com clientes do momento da negociação de serviços prestados na área de planejamento e/ou acompanhamento de obras verticais. A pesquisa só foi possível devido a esse material cedido, que compunha formulários aplicados a empresas de diversas regiões do Brasil, no período entre 2021 ao primeiro trimestre de 2023. Todas as respostas consideradas tratam de empresas que possuem obras com tipologia residencial e/ou comercial, com múltiplos pavimentos repetitivos.

3.2.2.1 Análise de dados

Paschoarelli, Medola e Bonfim (2015) afirmam que a abordagem quantitativa se preocupa e tem como critério a exatidão do resultado, evitando equívocos na análise e interpretação dos dados, acarretando maior segurança ao relacionar variáveis para caracterizar um fenômeno.

Assim, foi estabelecido um critério mais rígido para o que seria analisado nos formulários, dando ênfase nas informações que implicavam na necessidade das empresas no quesito de planejamento e acompanhamento de obras.

Então compilou-se as seguintes informações das empresas:

- Utilização de alguma ERP (Sistema Integrado de Gestão Empresarial Transacional);
- Tipo de mão de obra;
- Principais dificuldades que levou a contratação;
- Principal valor enxergado pelo cliente no momento da contratação.

Também ajudou a restringir o grupo a ser analisado, fazendo com que fossem um grupo que tivessem contextos parecidos, para que as variáveis fossem reduzidas ao passo de conseguir caracterizar as principais demandas. Restringiu-se à análise dos formulários de 91 empresas com as seguintes características:

- Construtora e/ou incorporadoras do Brasil;

- Ter obras com tipologia predominante vertical residencial;
- Utilizar *MS Project* e/ou *Excel* para o planejamento e o acompanhamento das obras;

Por fim, outro quesito abordado no estudo foi o comparativo dos dados entre os anos de 2021, 2022 e 2023. Vale ressaltar que das 91 empresas analisadas, 36 responderam a pesquisa em 2021, 38 responderam em 2022 e 17 responderam em 2023.

3.4 Uso do software Agilean no planejamento e controle de obras

Na era da informação que permeia a atualidade, ter dados compilados que geram respostas rápidas e efetiva, vale ouro. A partir dessa necessidade muitas iniciativas saíram do campo das ideias, resultando em inúmeras ferramentas inclusive no setor da construção.

Ao se tratar de planejamento e controle para obras de médio e grande porte, atualmente temos diversas ferramentas, dentre elas a Agilean que é uma ferramenta baseada nos conceitos da construção enxuta e da Indústria 4.0. Como é mostrado na Tabela 1 de Carneiro et al. (2019).

Tabela 1 - Conceitos da construção enxuta vs funcionalidades da Agilean

Funcionalidade	Descrição sumária	Conceitos e tecnologias relacionadas	
		Indústria 4.0	Lean Construction
AGILEAN Andon	Gestão de paralizações e alertas automáticos para os gestores da obra	Tecnologia RFID e computação nas nuvens	Reduzir a variabilidade e eliminar tempos ociosos do processo
Folha de Pagamento	Gestão de folha de pagamento e impressão de ordens de serviço no campo	Internet das Coisas (IoT), Tecnologia RFID e computação nas nuvens	Aumentar a transparência no processo, fluxo de trabalho simples e direto, sincronização das equipes de trabalho
Localização dos Funcionários	Aferição da produtividade dos funcionários baseado nos tempos de parada	Internet das Coisas (IoT)	Aumento da confiabilidade dos prazos, melhoria da produtividade
Medição de Obra	Medição dos serviços em campo automatizado	Computação móvel, Tecnologia RFID	Redução de atividades que não agregam valor ao produto final, transparência
Qualidade	Conexão entre folha de pagamento e verificação de qualidade dos serviços	Computação nas nuvens	Reduzir o tempo de ciclo dos processos, redução de incertezas
Dashboard de Resultados	Apresentação dos resultados em forma de dashboards interativos, atualizados em tempo real	Big Data	Redução de incertezas, transparência nos resultados, gerenciamento visual.

Fonte: Carneiro et al. (2019).

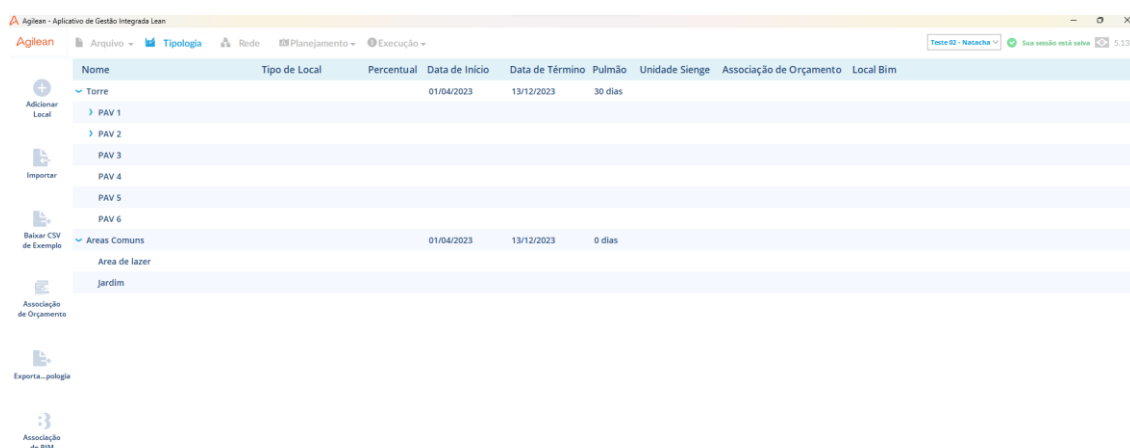
A motivação para a escolha da ferramenta Agilean, se deu por sua proposta em realizar o acompanhamento de todo o fluxo de vida da obra. Permitindo a criação do planejamento, a coleta das informações de campo por meio das medições, as reprogramações de acordo com as necessidades sem deixar de interligar essas informações com o planejamento base estabelecido, bem como a entrega de indicadores no formato próprio para o monitoramento da obra.

Hoje a ferramenta dispõe de uma versão gratuita que possibilita a criação de tipologia, redes e linha de balanço com limitações de lotes de produção e restringindo outras funções de planejamento que compõem o planejamento.

Para o trabalho utilizou-se um acesso à uma obra teste fornecido na versão 5.13.1 e um acesso à uma obra nos mesmos parâmetros das analisadas no banco de dados. Para melhor compreensão do *software* foi consumido materiais dispostos na web e materiais fornecidos pela própria Agilean que se dispôs a colaborar com a pesquisa.

A ferramenta é composta de três ambientes para gestão da obra, sendo eles o Planner que é um software para ser instalado no desktop, o App Mobile e o Portal de indicadores para ser acessado na Web. Podemos ver esses ambientes respectivamente nas Figura 3, Figura 4 e Figura 5.

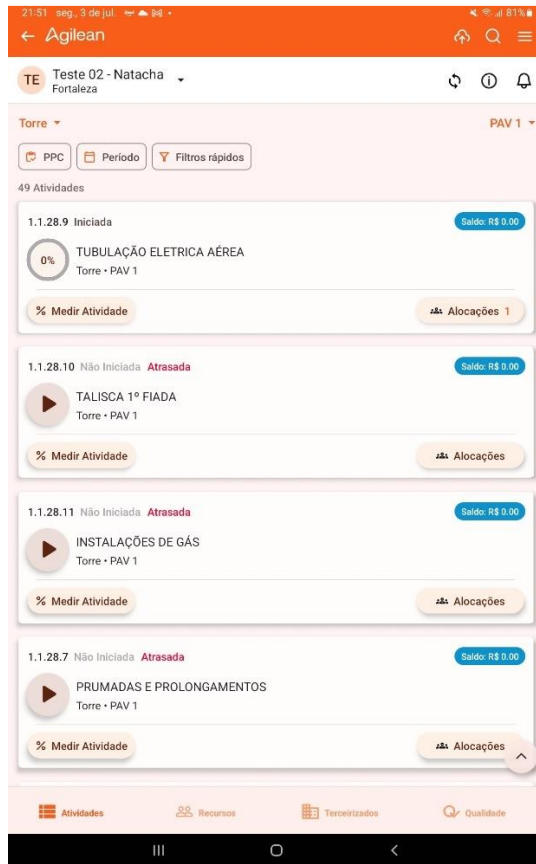
Figura 3 - Agilean Planner, interface inicial



Nome	Tipo de Local	Percentual	Data de Início	Data de Término	Pulmão	Unidade Sienge	Associação de Orçamento	Local Bim
Torre			01/04/2023	13/12/2023	30 dias			
Adicionar Local								
PAV 1								
PAV 2								
PAV 3								
Importar								
PAV 4								
PAV 5								
BAIXAR CSV de Exemplo								
Areas Comuns			01/04/2023	13/12/2023	0 dias			
Associação de Orçamento								
Area de lazer								
Jardim								
Exportar...ptologia								
Associação de BIM								

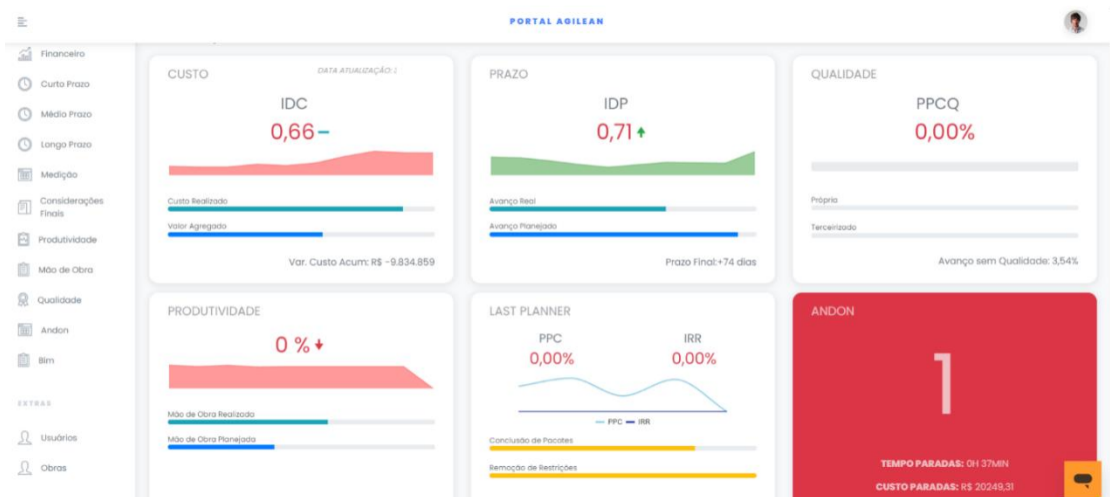
Fonte: Autor (2023).

Figura 4 - Agilean App



Fonte: Autor (2023).

Figura 5 - Agilean Portal de indicadores



Fonte: Autor (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, para a validação das dificuldades das empresas que executam obras verticais, foi feito um filtro nas respostas dos formulários fornecido afim de considerar apenas respostas das construtoras e incorporadoras que atendiam ao critério determinado para a amostra.

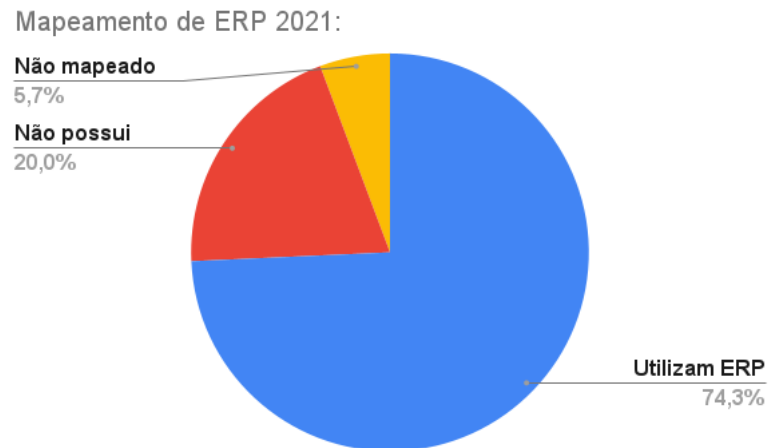
Logo, no item 4.1 avaliou-se o perfil dessas empresas, tendo o cuidado de levar em consideração informações que possuíam quantidade de pelo menos 80% de respostas, com interesse em compreender as dificuldades encontradas ao executar os planejamentos de obra e em manter um acompanhamento fidedigno. Posteriormente, no item 4.2, foi utilizado um software para demonstrar que o recurso tecnológico quando atrelado as boas práticas de planejamento, pode solucionar as dificuldades mapeadas, possibilitando ganhos de produtividade.

4.1 Resultado da análise dos formulários

Os gráficos a seguir são resultados do compilado das informações dispostas nos 91 formulários de passada de bastão, que foram balizados pelos critérios estabelecidos. Primeiramente, expondo os resultados de cada ano e posteriormente uma visão do compilado das respostas dos três anos.

Em 2021, o total de formulários amostrais foram 36. O primeiro dado é o mostrado no Gráfico 1, e se trata do percentual de empresas que utilizam ERP no ato da contratação, sendo sistemas que ajudam na administração das empresas, nos dados financeiros e oferece suporte à automação dos processos.

Gráfico 1 - Mapeamento de utilização de ERP - 2021

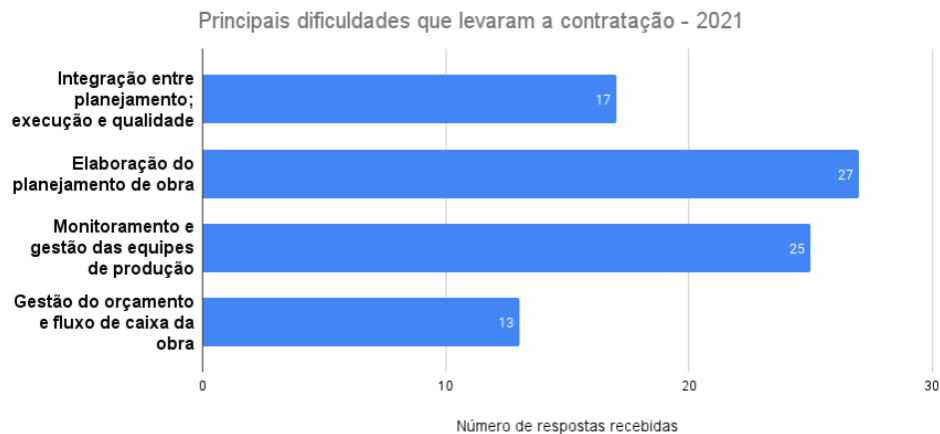


Fonte: Autor (2023).

O total de 74,3% das empresas que contrataram um serviço de planejamento e/ou acompanhamento já utilizavam um ERP no ato de contratação.

Já no Gráfico 2 tem-se um dado bem interessante, pois trata-se das dificuldades que implicaram na contratação dos serviços.

Gráfico 2 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 2021



Fonte: Autor (2023).

Tinham quatro dificuldades disponíveis no formulário, sendo a Elaboração do planejamento de obra o item que se destacou como maior dificuldade em 27 empresas, representando um percentual de 75% da amostra de 2021.

Adentrando nos dados referentes ao ano de 2022, tem-se no Gráfico 3 detalhando o percentual de empresas que utilizam ERP.

Gráfico 3 - Mapeamento de ERP 2022



Fonte: Autor (2023).

É evidente o aumento de 7,8% no total de empresas com ERP, o que totaliza um percentual de 81,2% da amostragem de 2022, que compreende 38 empresas conforme citado no item 3.2.2.1 Análise de dados.

O Gráfico 4 apresenta as principais dificuldade enfrentadas pelas construtoras e incorporadora em 2022.

Gráfico 4 - Principais dificuldade que levaram a contratação - 2022



Fonte: Autor (2023).

Nota-se a permanência da Elaboração do planejamento de obra como a principal dificuldade entre 2021 e 2022, ressaltando também o crescimento de 25,9% no percentual de respostas considerando esse item a dificuldade que fizeram procurar uma solução em planejamento e acompanhamento de obras.

Ocorreu uma redução no número de respostas ao elencar os outros itens como dificuldades enfrentadas. No quesito Gestão de orçamento e fluxo de caixa, essa redução pode ser decorrente do aumento na utilização dos ERP que acaba por suprir essa necessidade.

Já sobre os itens de integração entre planejamento, execução e qualidade e monitoramento e gestão das equipes de produção, é um dado que corrobora a necessidade de levantar ainda mais as discussões sobre a construção enxuta. Já que são pontos importantíssimos, mas que não são pautas principais, pois ainda se tem dificuldade no que seriam os primeiros passos, como construir um planejamento gerenciável e que represente a execução da obra.

O Gráfico 5 mostra o percentual de empresa que utilizam ERP no momento da contratação no primeiro trimestre de 2023.

Gráfico 5 - Mapeamento de ERP - 1º trimestre 2023

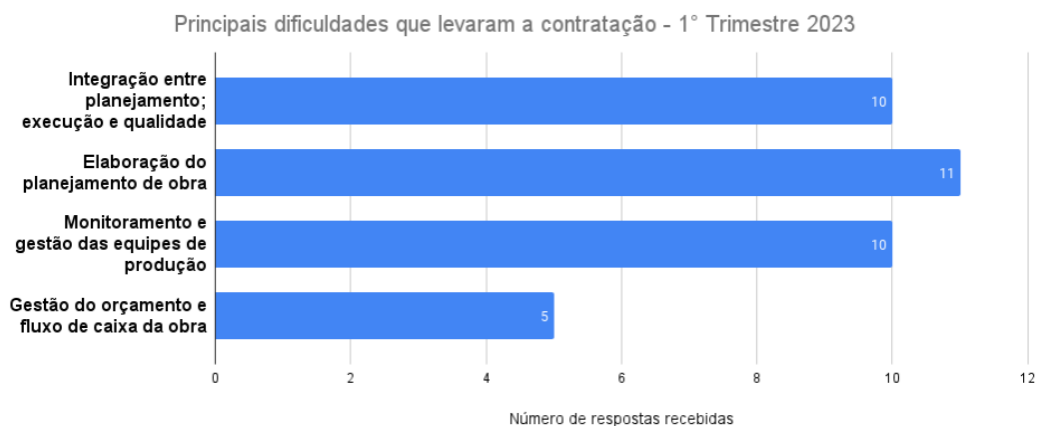


Fonte: Autor (2023).

O dado segue em crescente no 1º trimestre de 2023, o que apresenta um aumento na aderência por ferramentas tecnológicas para o monitoramento do andamento da obra.

Ainda contando a amostragem do primeiro trimestre de 2023, tem-se o levantamento das dificuldades encontradas no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 1º trimestre 2023



Fonte: Autor (2023).

Apesar do menor número de empresas analisadas no período, pode-se verificar que a elaboração do planejamento se mantém como o ponto mais elencado de dificuldade.

Também é notório um aumento ao enxergar os itens de integração entre planejamento execução e qualidade e monitoramento e gestão das equipes de produção como problemas reais e que precisam da devida atenção, que é possível através do amadurecimento com relação ao planejamento de obras.

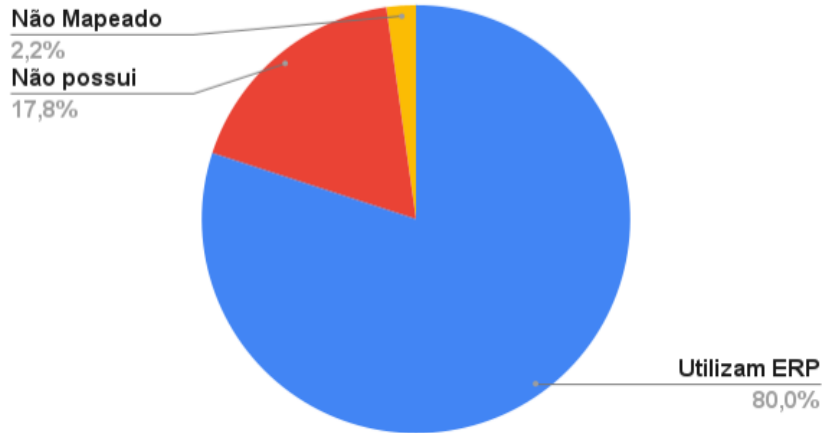
Como já mencionado no item 3.2.1 Formulário de passada de bastão, os formulários são preenchidos por um vendedor com base nas conversas consultivas com o cliente durante o momento de contratação, esse vendedor por sua vez possui expertise na área da construção civil.

Assim, os pontos que não são elencados como dificuldade estão ligados a empresa não os ver como um ponto crítico de melhoria naquele momento da negociação. Portanto, confirma a interpretação de que à medida que o tempo avançou, com a difusão do pensamento enxuto e de novas soluções, o nível de conversa sobre planejamento e acompanhamento de obra também se elevou.

Outra forma de analisar esses dados é comparando todas as respostas dos formulários. Assim, observando o Gráfico 7 temos um mapeamento de três anos sobre a utilização de ERP.

Gráfico 7 - Mapeamento de ERP - 2021 a 1º trimestre de 2023

Mapeamento de ERP - 2021 à 1º trimestre de 2023:



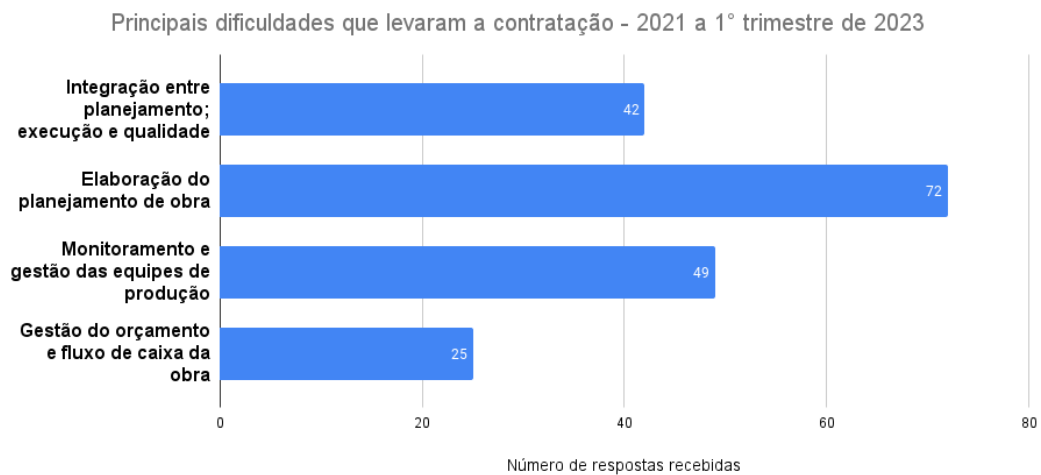
Fonte: Autor (2023).

A partir do gráfico é legítimo dizer que empresa que trabalham com obras verticais de médio e grande porte possuem preocupação e grande demanda por organização financeira, recorrendo as plataformas de ERP.

Esse primeiro contato com um sistema, impulsiona a visão baseada em dados e gera a necessidade de novas ferramentas ou novos serviço que façam o planejamento e o acompanhamento da obra conversarem com os ERP ou entregarem dados prontos as plataformas de ERP.

O Gráfico 8 denota as principais dificuldades constatadas durante os três anos.

Gráfico 8 - Principais dificuldades que levaram a contratação - 2021 a 1º trimestre de 2023



Fonte: Autor (2023).

Quando analisa o cenário dos três ano, é possível perceber como a elaboração do planejamento se destaca como principal dificuldade e confirma o que foi citado anteriormente

por Mattos (2010), que a informalidade no crescimento da construção civil implicou em um afastamento do planejamento e uma supervalorização do profissional “tocador de obra”.

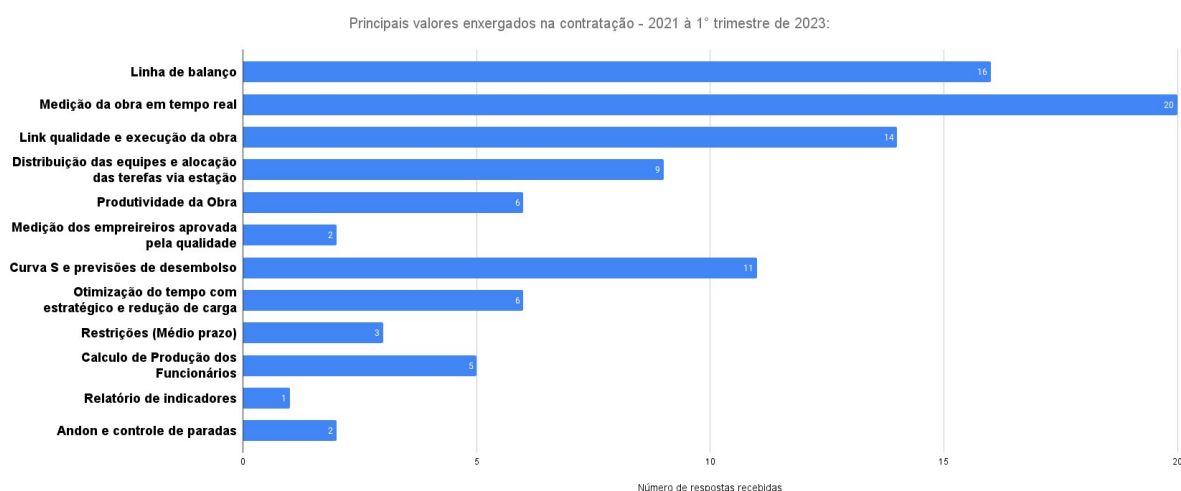
Por meio de relatos de alguns desses clientes, foi possível compreender que, por realizarem os seus planejamentos no *MS Project* e/ou *Excel* ou não terem uma equipe especializada para planejar ou atualizar as reprogramações das obras, o planejamento leva um tempo maior para ser realizado e muitas vezes não fica da forma como é executado dificultando a aderência da equipe e não gerando dados de forma tão rápida para a tomada de decisão.

Ao pensar sobre os dados que seriam levantados na pesquisa, se adotou o tipo de mão de obra como um dado importante já que poderia trazer uma visão sobre o nível de dificuldade atrelado ao item monitoramento e gestão das equipes de produção, contudo a falta de informação a respeito poderia implicar em uma análise falha, então foi incluído o dado como havia sido planejado, mas não foi considerado na interpretação geral dos resultados.

Outro dado considerado foi o de principais valores enxergados pelas construtoras e incorporadoras, onde é notório que os dois pontos que se entregados gerariam maior valor para os clientes, seriam a Linha de Balanço e Medição em tempo real, o que corrobora com o pensamento citado que ainda se tem dificuldade no fundamental.

Esse dado foi levantado apenas de forma geral entre os anos, pois diferente das outras informações mencionadas no decorrer deste tópico, esse dado teve uma redução considerável no número de respostas entre 2021 e 2022, aumentando em 2023, porém é um dado que mesmo geral exemplifica a entrega de valor e pode ser visto no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Principais valores enxergados na contratação.



Fonte: Autor (2023).

Interligando os dados passados, se pode compreender que o aumento na aderência por ERPs marca um primeiro contato com soluções otimizadas que entregam dados compilados

para a tomadas de decisão. Assim, são empresas que já deram um passo na aderência da análise de dados e na tomada de decisão baseada em dados, ao passo que a utilização dessas soluções causa maior inconformidade e instigam a busca por melhores formas de compilar seus dados de desempenho relacionados a obra, se fazendo necessário serviços especializados de planejamento e acompanhamento de obras.

Esse compilado de informações restringiu-se a um grupo que controlavam o planejamento das suas obras no *Excel* e/ou *MS Project*. Pode-se apurar que essas ferramentas não tem usabilidade tão simples e requerem um profissional muito certificado nessas e em planejamento de obras para que consiga adaptar o planejamento e o acompanhamento de obra para estes *softwares* mais gerais de gerenciamento de projetos.

Em contrapartida o mercado já se tem diversas soluções que foram desenvolvidas para essa finalidade e entregando relatórios personalizados, que já atrelam os conceitos do *lean construction* e que integram com ferramentas de ERP. Entre essas soluções podemos citar os softwares Agilean, Prevision, Primavera, Eva, dentre outros.

4.2 Uso do *software* Agilean no planejamento e controle

No item anterior foi visto que os principais problemas elencados estão na elaboração do planejamento de obra, no monitoramento e gestão das equipes de produção e na integração entre planejamento, execução e qualidade.

Então optou-se por utilizar o *software* Agilean, afim de apresentar como as soluções voltadas para o planejamento e controle de obra impactam e se propõem a mitigar tais dificuldades.

4.2.1 Elaboração do planejamento de obra

Como a dificuldade mais elencada foi na elaboração do planejamento, optou-se por caracterizar como são os passos para a elaboração de um planejamento na ferramenta, elencando os pontos que otimizariam esse problema.

Na segunda aba chamada de Tipologia é onde é possível definir a Estrutura Hierárquica de zona de trabalho a partir dos lotes de produção definidos, como mostrado na Figura 6 o sistema permite especificar até o terceiro nível. Na tela inicial da ferramenta pode-se observar o plano de ataque estabelecido para a obra.

Esse plano de ataque é construído com a função de adicionar locais, que são os lotes de produção, para empresas que possuem obras com tipologias semelhantes é possível exportar essa estrutura em um arquivo CSV (Valores Separados por Vírgula) para importar em novas obras, refletindo em otimização na elaboração do planejamento.

Figura 6 - Estrutura Hierárquica de zona de trabalho (EHZT)

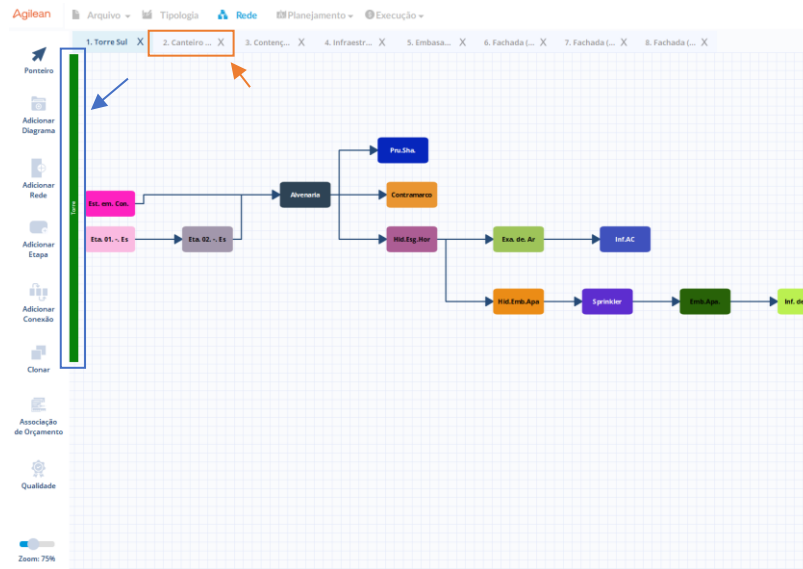
Nome	Tipo de Local	Percentual	Data de Início	Data de Término	Pulmão	Unidade Sienge	Associação de Orçamento	Local Bim
PAVIMENTO TIPO								0 dias
1º PAVIMENTO								
APTO FINAL 01								
APTO FINAL 02								
APTO FINAL 03								
APTO FINAL 04								
2º PAVIMENTO								
3º PAVIMENTO								
4º PAVIMENTO								
5º PAVIMENTO								
6º PAVIMENTO								
7º PAVIMENTO								
8º PAVIMENTO								
9º PAVIMENTO								
ÁREA COMUM								0 dias
FACHADA								0 dias
FACHADA FRONTAL								
FACHADA LATERAL DIREITA								
FACHADA FUNDOS								
FACHADA LATERAL ESQUERDA								
FACHADA CREMALHEIRA								
SERVIÇOS INICIAIS E INFRA ESTRUTURA								0 dias
SERVIÇOS INICIAIS/ CONTENÇÕES								
TRABALHOS EM TERRA /GRAMPOS								
FUNDAÇÕES E BLOCOS								

Fonte: Agilean (2023).

A terceira aba é de Rede, que é o ambiente para definição das células de produção e do sequenciamento delas, como está exposto na Figura 7. Esses sequenciamentos feitos por conexões determinam quais são atividade predecessoras ou sucessoras, também é possível definir em cada conexão uma latência entre atividades que impedirá que não seja cumprido esse espaçamento entre atividade na linha de balanço.

Ainda na Figura 7, se tem uma indicação azul que se refere a rede com o sequenciamento de atividade, já a indicação laranja se refere ao diagrama, um diagrama pode ter mais de uma rede, mas o diagrama é a agrupadora que será atrelada aos lotes de produção definidos na aba de tipologia.

Figura 7 - Sequenciamento dos pacotes de serviço

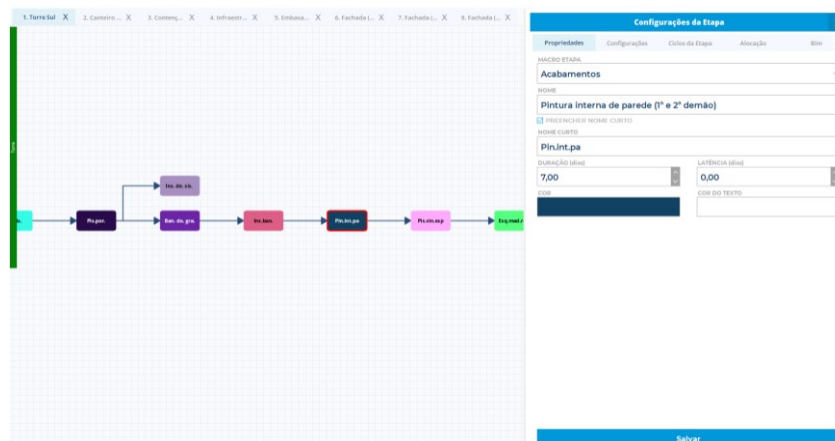


Fonte: Agilean (2023).

Cada célula de produção tem suas configurações, como é visto na Figura 8, sendo possível atrelar etapas de diferentes redes ou diagramas a uma mesma macro etapa. Assim facilitando a visualização do andamento da obra por essa macro etapa específica, também é possível ajustar nome e cor da etapa e definir a duração dessa etapa.

Existe a possibilidade de informar que a célula de produção se inicia de baixo para cima ou vice-versa, além de outras funções. Os diagramas, assim como a tipologia, podem ser exportados para reutilização em obras futuras, para empreendimentos em que o sequenciamento é similar, essa função possibilita a redução no tempo de elaboração do planejamento.

Figura 8 - Configurações da etapa

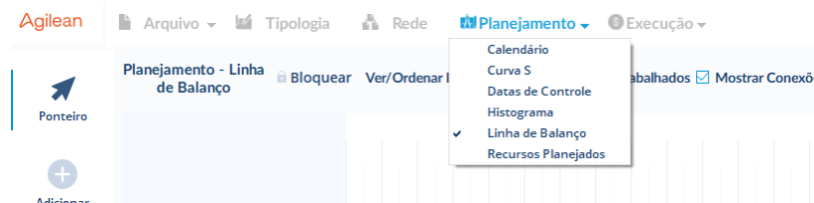


Fonte: Agilean (2023).

Já na quarta aba nomeada como planejamento é onde se vai criar a linha de balanço e adicionar outros pontos ao planejamento, como os dias trabalhado no calendário; visualizar a curva s se acordo com a linha de balanço e o histograma de mão de obra após ter cadastrado os

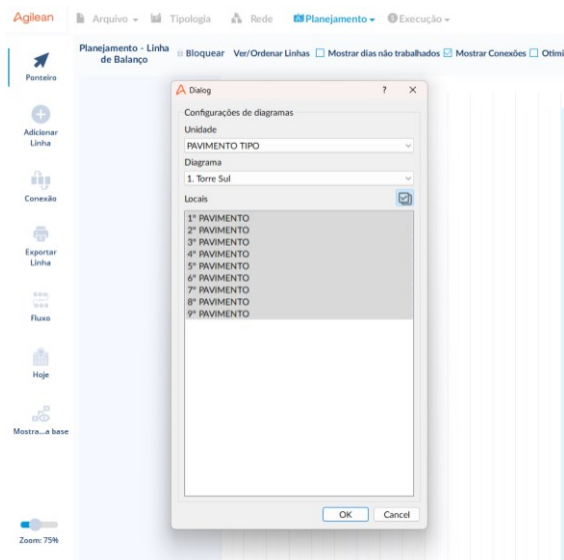
recursos nas etapas, a forma como as opções vem descritas está visível na Figura 9. No item da linha de balanço para executar a ação de criar a linha abre a tela da Figura 10, onde é necessário informar a unidade que é o meu lote de nível 1, o diagrama que será aplicado aos locais (Nível 2) e é possível escolher os locais que será aplicado.

Figura 9 - Opções de planejamento



Fonte: Agilean (2023).

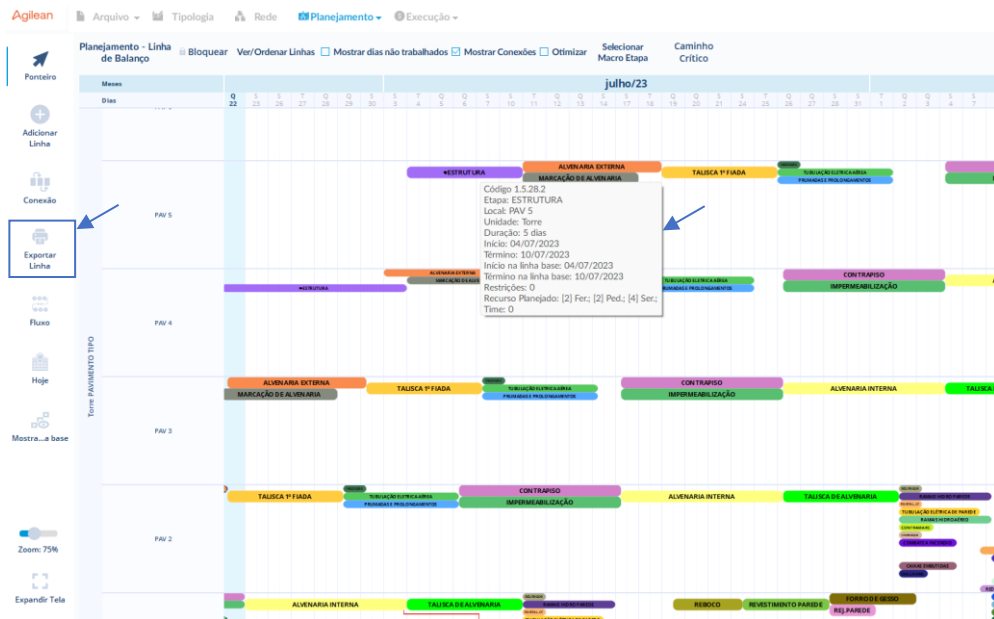
Figura 10 - Criação da Linha de balanço



Fonte: Agilean (2023).

Primeiro ponto percebido sobre a linha de balanço no sistema foi perfil mais visual e informativo, pois ao passar o mouse pelas atividades fica visível as informações de código, nome da etapa, local, unidade, duração, data de início e termino atual e em relação ao primeiro referencial de linha base (quando já se gerou uma linha de referência), restrições elencadas para a atividade, recursos planejados e time de trabalho, facilitando a interpretação do planejamento, assim como ilustrado na Figura 11 - Linha de Balanço modelo.

Figura 11 - Linha de Balanço modelo



Fonte: Agilean (2023).

Essa linha pode ser exportada como mostra a indicação na Figura 11. Vale ressaltar que ao associar os lotes de produção ao sequenciamento de atividade criando a linha de balanço, criamos também nosso ambiente de Estrutura analítica de projeto (EAP) vista na aba de execução, na opção de orçamento de projeto, como está na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura analítica de projeto

Código	Nome	Duração	Planej. Inicial	Planej. Final	Estimativa final	Início	Fim	Custo	Custo M.O	Custo Extra	Extra pendente/Progresso do
1	PAVIMENTO TIPO	630	01/06/2023 08:00	20/10/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1	1º REVESTIMENTO	170	01/06/2023 08:00	24/01/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.1	Aplicação	4	12/01/2023 08:00	11/01/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.2	Infraestrutura de dás	3	26/01/2023 08:00	28/01/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.3	Paralelos em Dry Wall - 1ª Etapa (decorativa)	6	15/08/2023 08:00	22/08/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.4	Estética e moldadura em Dry Wall	6	23/08/2023 08:00	30/08/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.5	Impermeabilização	6	12/09/2023 08:00	19/09/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.14	Granitito em paredes	8	20/09/2023 08:00	29/09/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.15	Emassamento PVA/acrílico em paredes 10	20/09/2023 08:00	03/10/2023 17:00					R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.16	Granitito em pisos	7	10/11/2023 08:00	20/11/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.17	Fluxões (MMA/ACR/FAF)	10	04/10/2023 08:00	17/10/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.18	Massa corrida com selador em teto	7	01/11/2023 08:00	09/11/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.19	Forro de gesso	10	18/10/2023 08:00	31/10/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.21	Piso porcelanato interno e externo	4	21/11/2023 08:00	24/11/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.22	Barbacidas de granito	4	27/11/2023 08:00	30/11/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.23	Pintura interna de parede (1ª e 2ª demão)	7	08/12/2023 08:00	15/12/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.24	Piso vinílico/especial	6	19/12/2023 08:00	26/12/2023 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.25	Esquadria de madeira/finlâmp	7	27/12/2023 08:00	04/01/2024 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.26	Louças e metais	4	12/01/2024 08:00	17/01/2024 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.1.1.27	Montagem de quadros elétricos, CFTV e alarmes	5	05/01/2024 08:00	11/01/2024 17:00				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00

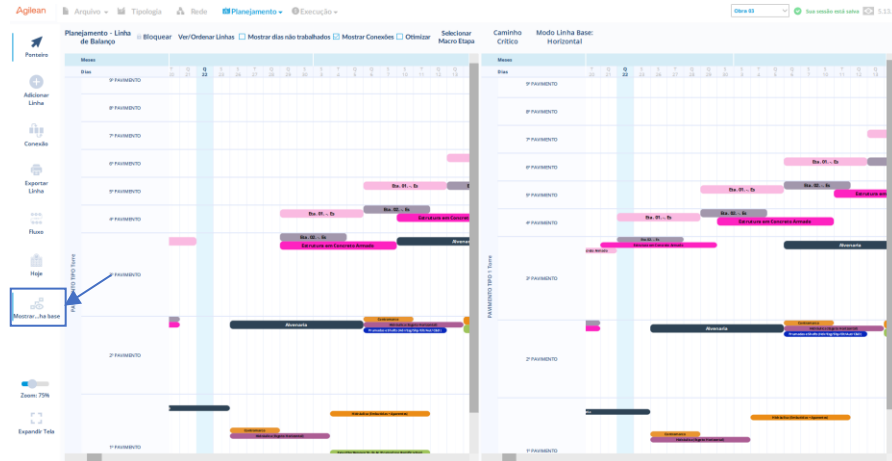
Fonte: Agilean (2023).

A questão de poder levar informações e ensinamentos das obras para outras é bastante relevante, pois a partir dessas informações os próximos empreendimentos podem ser orçados de forma mais fidedigna e planejados com tempo de execução mais real, já que serão informação de fácil acesso.

O sistema possibilita gravar uma linha como primeiro referencial base, permitindo que se modifique o planejamento por meio das reprogramações da obra tendo assim maior previsibilidade. Demonstrando um diferencial, pois entrega indicadores que revelam o quanto

se está avançado ou atrasado com relação ao cronograma base, assim como permite comparar a linha de referencial base com a linha atual, como mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Linha atual vs Linha de Base



Fonte: Agilean (2023).

Então podemos aferir que a ferramenta tem inúmeras funções e que elabora um planejamento conexo, que permite levar ensinamentos para obras futuras. Poder adaptar o planejamento sem perder o referencial de base ajuda notavelmente a ver o impacto no prazo da obra a medidas que são realizadas as medições e reprogramações.

Assim como outras ferramentas é necessário um treinamento para entender as funções e as possibilidades para elaborar um planejamento gerenciável e que seja condizente com a forma de executar do campo, porém quando internalizado os conceitos da construção enxuta e de planejamento é possível tem um planejamento de qualidade, já que diferente das ferramentas *Excel* e/ou *MS Project*, esse é um *software* feito especificamente para o acompanhamento de obras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

Com base na análise realizada, podemos concluir que a elaboração do planejamento de obras representa um dos maiores desafios enfrentados pelas construtoras e incorporadoras de grande porte. Essa dificuldade pode impactar diretamente na eficiência, na produtividade e na lucratividade das empresas, bem como a satisfação dos clientes finais.

No entanto, é encorajador constatar que o mercado atual oferece soluções e ferramentas próprias para o setor da construção que permitem mitigar essas dificuldades. Um exemplo relevante é o software Agilean, uma ferramenta especializada para o planejamento e acompanhamento de obras. Essa solução tecnológica oferece recursos avançados, como o uso de metodologias ágeis e de gerenciamento de projetos, que podem proporcionar melhorias significativas na gestão das obras.

O Agilean permite a criação de cronogramas realistas e flexíveis, facilitando a adaptação a mudanças e imprevistos ao longo do processo construtivo. Além disso, a ferramenta oferece recursos de acompanhamento em tempo real, permitindo que gestores e equipes monitorem o progresso das atividades, identifiquem eventuais gargalos e tomem medidas corretivas de forma ágil e eficiente.

A utilização do Agilean e de ferramentas similares possibilita uma comunicação mais efetiva entre os membros da equipe, promovendo a colaboração, a transparência e a agilidade nas tomadas de decisão. Isso contribui para a redução de retrabalho, a otimização do uso de recursos e a melhoria da qualidade das obras, resultando em projetos concluídos dentro do prazo, do orçamento e com alto grau de satisfação por parte dos clientes.

Portanto, é fundamental que as construtoras e incorporadoras de grande porte reconheçam a importância de investir em ferramentas próprias para o planejamento e acompanhamento de obras. A adoção dessas soluções permite superar as dificuldades enfrentadas, proporcionando uma gestão mais eficiente, redução de riscos e aumento da competitividade no mercado.

Diante desse contexto, a conclusão é de que o uso de ferramentas próprias para o planejamento e acompanhamento de obras, como o Agilean, representa uma oportunidade valiosa para as construtoras e incorporadoras de grande porte melhorarem sua performance e alcançarem melhores resultados. A adoção dessas soluções tecnológicas promove a eficiência

operacional, a redução de custos e a satisfação dos clientes, consolidando a posição das empresas no mercado e contribuindo para o seu crescimento e sucesso a longo prazo.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

O escopo presente neste trabalho tratou apenas de entender qual seria o maior empecilho quando se aborda sobre planejamento e acompanhamento de obras e como um software e os conceitos do *lean construction* podem eliminar essa dificuldade. De maneira que permitisse estudos futuros utilizando como base esse trabalho. Desse modo seguem tópicos de relevância como sugestão para trabalhos futuros.

- Aplicação da estratégia de criação de um planejamento no MS Project e em mais softwares de planejamento de obras e estabelecendo um comparativo;
- Aplicação da estratégia entrevistar e/ou aplicação de formulários para coletar uma visão de antes e depois da aderência de uma ferramenta como a citada nesta pesquisa;
- Aplicação da metodologia estudada em obras de outras tipologias.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, IRTISHAD U.; RUSSELL, JEFFREY, S.; ABOU-ZEID, AZZA. **Information Technology (IT) and Integration in the Construction Industry**
- ALIAGA, M.; GUNDERSON, B. **Interactive Statistics**. Thousand Oaks: Sage, 2002.
- BARROS, João Vitor. **Análise das principais causa do não cumprimento de metas em edifícios residenciais e comerciais**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Bacharelado em Engenharia Civil, Campus Fortaleza, 2021.
- BAUR, C.; WEE, D. **Manufacturing's next act**. McKinsey and Company, 2015.
- CARNEIRO, Juliana Quinderé; CARNEIRO, André Quinderé; CÂNDIDO, Luis Felipe. **Indústria 4.0 e construção enxuta: o caso do sistema AGILEAN**. 2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, São Paulo, 2019.
- FIRJAN. Indústria 4.0. **Cadernos SENAI de Inovação**, abril 2016.
- FORMOSO, C. T. et al. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Porto Alegre: Escola de Engenharia, 1999.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- HANAN, Mack. **Consultative Selling: The Hanan Formula for High-Margin Sales at High Levels**. 8º Ed. New York: AMACOM, 2011.
- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. **Technische Universität Dortmund**, 2015.
- HOWELL, G. **What is Lean Construction**. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION**, 7, 1999, Berkeley. Anais eletrônicos... Berkeley: University of California, 1999. Disponível em: <www.leanconstruction.wordpress.com>. Acesso em: 07 de junho de 2022.
- ISATTO, E. L. et al. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. 1ª Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE Technical Report, 72).
- LASI, H. et al. **Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering**, v. 6, junho 2014.
- LEMES, Felipe Claro do Nascimento. Estudo de caso: **Uso de softwares BIM-REVIT E MS PROJECT aplicado ao planejamento de uma residência unifamiliar**, 2021.
- LIMMER, C. V. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. 1ª Edição. Rio de Janeiro: LTC. 1997.
- MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. 1º Edição. São Paulo: PINI LTDA. 2010.
- RACKHAM, Neil. **Spin Selling**. 1ª ed. New York: McGraw-Hill, 1988.
- REZENDE, J. S.; DOMINGUES, S. M. P, SÁ; MANO, A. P. Identificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). **Engevista** 14, 2012.

PMI – Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 4ª ed. EUA: **Project Management Institute**, 2008.

RIBEIRO, Douglas Arthur. Tecnologias advindas da Indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil. 2019. 62 f. **Monografia (Graduação em Engenharia Civil)** - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

ROYER, R., Ferreira Porto Rosa, A., & Netto, M. S. **Técnicas e ferramentas de planejamento baseadas na construção enxuta e aplicáveis a empresas da construção civil: análise bibliométrica**. 2020.

SILVA, A. D. D. Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2018.

VENTURINI, Juliana Sanches. **Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Rio Grande do Sul, 2015.

ANEXO A – MODELO DE FORMULÁRIO DE PASSADA DE BASTÃO

Passada de Bastão - Comercial

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO CLIENTE/OBRA

Razão Social:

Nome da Obra:

Endereço da Obra:

Qual tipo de obra predominante?:

Estágio de Avanço da Obra:

Quantidade de obras contratada:

Potencial de novas obras a serem contratadas:

2. INFORMAÇÕES CONTRATUAIS

Vendedor:

Funcionalidades Contratadas:

Data prevista para inicio da implantação:

Existe financiamento à produção:

Já é cliente da Aval em outro serviço? Se sim, qual?

3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Ferramenta de planejamento que era utilizada:

Ferramenta de ERP:

Há necessidade de integração com o ERP?:

É possível realizar a integração?:

Qual a M.O?:

Tem setor de planejamento?:

Como é o setor de planejamento da empresa?

O Planejamento está:

Tem setor de qualidade?:

Ferramenta de qualidade:

Possui certificação PBQP-H / ISO?:

Tem cultura de Modelagem BIM?:

4. ANÁLISE DE VALOR

Dores do cliente:

Objetivo da contratação da(s) plataforma(s):

5. CONTATOS IMPORTANTES

Responsável pela implantação:

Contato(s) da responsável pela implantação:

Patrocinador:

Contato(s) do patrocinador:

6. OBSERVAÇÕES

-