

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

KEYLA CRISTINA MANENTE

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE ATRASOS EM OBRA: um estudo
de caso referente às etapas de serviços preliminares até alvenaria,
de um empreendimento em Florianópolis/SC**

FLORIANÓPOLIS, 2024.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

KEYLA CRISTINA MANENTE

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE ATRASOS EM OBRA: um estudo
de caso referente às etapas de serviços preliminares até alvenaria,
de um empreendimento em Florianópolis/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof.^a Juliana Bonacorso
Dorneles, Mestre.

Coorientador: Prof.^a Aline Souza Lopes
Ventura Nardi, Doutora.

FLORIANÓPOLIS, 2024.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Manente, Keyla Cristina

Identificação das causas de atrasos em obra: um estudo de caso referente às etapas de serviços preliminares até alvenaria, de um empreendimento em Florianópolis/SC

/ Keyla Cristina Manente; orientação de Juliana Bonacorso Dorneles. - Florianópolis, SC, 2024.

77 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Controle de obras. 2. Atrasos em obras. 3. Causas dos atrasos. I. Bonacorso Dorneles, Juliana. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Identificação das causas de atrasos em obra.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE ATRASOS EM OBRA
KEYLA CRISTINA MANENTE

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro em 2024 e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de Setembro, 2024.

Banca Examinadora:

Prof.^a Juliana Bonacorso Dorneles, Mestre

Prof.^a Aline Souza Lopes Ventura Nardi, Doutora

Prof.^a Juliana Guarda de Albuquerque, Mestre

Prof. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Doutor

Dedico este trabalho aos meus pais,
cujo apoio e encorajamento constante foram
fundamentais em cada passo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Antônio e Silvia, por todo empenho e comprometimento que tiveram para me proporcionar a oportunidade de estudar. Este trabalho é um reflexo do esforço e da dedicação que eles sempre investiram na minha vida.

Agradeço a minha irmã Taíssa, que sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a nunca desistir dos meus sonhos. Seu apoio foi fundamental para me manter firme nesta jornada.

Agradeço ao meu companheiro Everton, que acompanhou de perto cada etapa desta jornada. Seu incentivo, presença, e apoio foram extremamente importantes para que eu enfrentasse os desafios e alcançasse meus objetivos.

Agradeço à professora Juliana Bonacorso Dorneles, pela orientação feita ao meu trabalho e por acreditar na minha capacidade. Sua paciência, atenção e dedicação foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

O setor da construção civil é essencial na economia do país, promovendo o desenvolvimento e geração de empregos. Os atrasos em obras são um problema recorrente neste setor, gerando prejuízos para as construtoras, como o aumento de custos, redução da credibilidade e insatisfação de clientes. Além disso, esses atrasos impactam significativamente os empreiteiros e clientes envolvidos no projeto. Este trabalho tem como objetivo identificar as causas dos atrasos nas etapas de serviços preliminares até alvenaria em uma obra em execução em Florianópolis/SC. Com o propósito de alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica destacando os principais aspectos do planejamento e controle da produção, assim como estudos anteriores relacionados aos atrasos em obras. A metodologia aplicada foi o estudo de caso, envolvendo a análise de documentos e registros referente ao planejamento e controle da obra, além de uma observação direta da obra e consultas à engenheira responsável pela obra. A pesquisa revelou diversas causas de atraso, tanto de origens internas quanto externas ao canteiro de obras. Entre as causas mais expressivas, destacaram-se a necessidade de injetar novamente a calda de cimento nos tirantes da parede diafragma devido às condições do solo, a falta de compatibilização de projetos, a paralisação da obra devido questões documentais do canteiro, as condições meteorológicas e a escassez de mão de obra. Como consequência dos atrasos, a construtora precisou adotar novas estratégias e replanejar a obra, antecipando alguns serviços, além de realizar a contratação de equipes extras para garantir a conclusão da obra dentro do prazo estipulado, o que repercutiu em custos adicionais.

Palavras-chave: Controle de obras. Atrasos em obras. Causas dos atrasos.

ABSTRACT

The construction sector is essential to the country's economy, promoting development and job creation. Delays in construction projects are a recurring problem in this sector, leading to losses for construction companies, such as increased costs, reduced credibility, and customer dissatisfaction. Moreover, these delays significantly impact the contractors and clients involved in the project. This study aims to identify the causes of delays in the stages from preliminary services to masonry in an ongoing project in Florianópolis/SC. To achieve this objective, a literature review was conducted, highlighting the main aspects of planning and production control, as well as previous studies related to delays in construction. The methodology applied was a case study, involving the analysis of documents and records related to the planning and control of the project, along with direct observation of the site and consultations with the project engineer. The research revealed various causes of delays, stemming from both internal and external sources to the construction site. Among the most significant causes were the need to re-inject cement slurry into the diaphragm wall anchors due to soil conditions, lack of project coordination, work stoppages due to documentation issues at the site, weather conditions, and labor shortages. As a consequence of the delays, the construction company had to adopt new strategies and replan the project, accelerating some services and hiring additional teams to ensure the project's completion within the stipulated deadline, which resulted in additional costs.

Keywords: Construction Management. Construction Delays. Causes of Delays.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de planejamento da dimensão horizontal	20
Figura 2 - Níveis de planejamento da dimensão vertical	21
Figura 3 - Ciclo PDCA	23
Figura 4 - Grau de oportunidade de mudança em função do tempo	24
Figura 5 - Classificação de atrasos	28
Figura 6 - Localização torres A e B	38
Figura 7 - Status da obra	40
Figura 8 - Controle e planejamento da obra feito pela engenheira	41
Figura 9 - Painel inicial Agilean	42
Figura 10 - Painel curto prazo	42
Figura 11 - Painel médio prazo	43
Figura 12 - Etapas para a obtenção dos resultados	44
Figura 13 - Parede diafragma com tirantes	52
Figura 14 - Execução de estaca hélice contínua	55
Figura 15 - Demarcação da posição dos cabos protendidos da laje	59
Figura 16 - Planta baixa alvenaria	61
Figura 17 - Legenda de tipologias de blocos	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das causas em grupos quanto à origem	31
Quadro 2 - Classificação das causas em grupos quanto à origem	32
Quadro 3 - Ranking das causas de atrasos mais frequentes	33
Quadro 4 - Principais causas dos atrasos	34
Quadro 5 - Análise geral da obra e identificação da variação de prazo	45
Quadro 6 - Identificação dos serviços que sofreram atraso	46
Quadro 7 - Causas dos atrasos e suas classificações	47
Quadro 8 - Previsto x Realizado da etapa de superestrutura	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avanço Físico Previsto x Realizado	49
Gráfico 2 - Histórico de Índices de Desempenho de Prazo	50
Gráfico 3 - Chuvas registradas no período de fevereiro à outubro de 2022	53
Gráfico 4 - Chuvas registradas no período de setembro à dezembro de 2022	56
Gráfico 5 - Não conformidades em alvenaria	62
Gráfico 6 - Classificação quanto a origem da causa	63
Gráfico 7 - Classificação quanto à característica da causa	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DP	Desvio de Prazo
IDP	Índice de Desempenho de Prazo
IRR	Índice de Remoção de Restrições
LPS	<i>Last Planner System</i>
NBR	Norma Brasileira
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PPC	Percentual de Pacotes Concluídos
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
VA	Valor Agregado
VP	Valor Planejado
VPR	Variação de Prazo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivo Geral	16
1.3 Objetivos Específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Planejamento e Controle da Produção	18
2.1.1 O planejamento de obras	18
2.1.1.1 <i>Dimensão Horizontal</i>	19
2.1.1.2 <i>Dimensão Vertical</i>	20
2.1.2 Gerenciamento e controle de obra	22
2.1.3 Indicadores de desempenho	26
2.1.3.1 <i>Percentual de Pacotes Concluídos</i>	26
2.1.3.2 <i>Índice de Desempenho de Prazo</i>	26
2.1.3.3 <i>Desvio de Prazo</i>	27
2.1.3.4 <i>Variação de Prazo</i>	27
2.2 Atrasos de obras	27
2.2.1 Conceito e classificação de atraso de obras	27
2.2.2 Causas de atrasos em obras	30
2.2.3 Efeitos dos atrasos	35
3 MÉTODO	36
3.1 Classificação da pesquisa	36
3.2 Contextualização do empreendimento em estudo	37
3.2.1 Descrição da construtora	37
3.2.2 Descrição do empreendimento	38
3.2.3 O planejamento da obra	40
3.3 Métodos aplicados	44
3.3.1 Etapa 1: Identificação dos serviços que sofreram atrasos	44
3.3.2 Etapa 2: Investigação das causas dos atrasos	46
3.3.3 Etapa 3: Detecção das causas mais expressivas	46
3.3.4 Etapa 4: Classificação das causas	46
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	48
4.1 Análise geral da obra	48
4.2 Causas dos atrasos identificados	51
4.2.1 Serviços Preliminares	51
4.2.2 Movimentação de terra	51
4.2.3 Fundação	54
4.2.4 Superestrutura	56
4.2.5 Alvenaria	59
4.3 Análise e discussão dos resultados	63

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
5.1. Conclusões	67
5.2. Sugestões para trabalhos futuros	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICES	73
APÊNDICE A - Planilha de registro dos dados e variação de prazo	74
APÊNDICE B - Planilha de resumo das causas de atrasos e classificações	76

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil desempenha um papel fundamental na economia do país (SEBRAE, 2022). Esse setor tem sido essencial na garantia do desenvolvimento do Brasil nos últimos anos, influenciando positivamente na criação de empregos e na renda (Vasconcelos, 2022). Isso se torna evidente através dos resultados estatísticos divulgados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) em 2023, que indicam que após um período com índices reduzidos, o segmento da construção civil teve um crescimento significativo nos últimos dois anos, sendo de 10% no ano de 2021 e 6,9% no ano de 2022.

À medida que a competitividade no setor cresce, ocorrem a diminuição das margens de lucros e o aumento de exigência dos clientes (Cabrita, 2008). Eles estão demandando produtos que atendam às suas necessidades e expectativas, com elevados padrões de qualidade. Devido a isso, as empresas passaram a ter uma demanda maior na parte de gerenciamento, com foco em qualificação e em busca de tecnologias operacionais (Vieira, 2006).

Segundo Isatto *et al.* (2000), as empresas passaram a aprimorar os seus sistemas de gerenciamento não só para melhorar os seus processos de controle e produção, mas também com a intenção de obter a certificação ISO 9001, norma que estabelece Requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade. Isatto *et al.* (2000) evidencia que além de aprimorar o processo de planejamento e controle da produção, também deve-se trabalhar no capital humano com ênfase à mudança nas pessoas da organização. No entanto, esse processo enfrenta desafios, principalmente na complexidade da gestão de pessoas diante das mudanças. Além disso, os autores apontam a falta de reconhecimento por parte dos gerentes em relação às vantagens do planejamento. Com frequência, é adotado por esses gerentes uma abordagem prática, tomando decisões com base em experiência, sem priorizar o planejamento.

De acordo com Marchiori e Carvalho (2019) o setor da construção civil é conhecido pelos altos índices de desperdício, constantes atrasos na entrega de obras, a frequente necessidade de aditivos contratuais de prazos e custos, e também questões patológicas devido a problemas na qualidade. Nesse setor, a produção ocorre em um ambiente que abrange muitas variáveis, e gerenciar uma

obra de forma eficaz não é uma tarefa simples, onde muitas vezes nos canteiros de obras ainda é comum a improvisação (Mattos, 2019). Além disso, Vieira (2006) ressalta que por muitos anos, a atenção dos gestores nos canteiros de obra esteve voltada para os aspectos técnicos dos projetos, muitas vezes sem a devida atenção para os problemas com desperdício, cumprimento de prazos e retrabalhos.

Na perspectiva de Cruz, Santos e Mendes (2018), a execução das atividades de acordo com o cronograma planejado é um desafio gerencial enfrentado pelas construtoras. Filippi e Melhado (2015) enfatizam que as empresas não atrasam as suas obras porque há alguma vantagem, mas sim por não conseguirem executar conforme o planejado. Ademais, como o setor da construção civil tem grande influência na economia do país, os efeitos dos atrasos em obras possuem uma relevância significativa (Cabrita, 2008), já que os impactos dos atrasos não se limitam apenas no prazo da obra, pois, em certas ocasiões, podem acarretar custos expressivos (Williams, 2003).

Nesse contexto, Mattos (2019) afirma que o processo de planejamento e controle é de extrema importância nas empresas. O mesmo autor enfatiza que as pesquisas realizadas no Brasil e no exterior indicam que falhas no planejamento e na gestão estão entre os principais motivos para a baixa produtividade, altos índices de perdas e qualidade inferior dos produtos. Além disso, a falta de um planejamento adequado e a negligência em uma atividade pode desencadear atrasos e aumento de custos, sendo consequências ruins não só para a obra, mas também para a empresa responsável pela execução. Sendo assim, observa-se a importância do estudo das causas dos atrasos em obras, onde através desse conhecimento é proporcionado a oportunidade de monitoramento e a implementação de medidas para minimizar as frequências das causas e os impactos negativos que são gerados, principalmente nos custos, cronograma e qualidade da obra.

1.1 Justificativa

Os atrasos na construção civil são uma questão persistente que carece de solução definitiva, pois devido a complexidade de variáveis envolvidas em uma obra, não é simples fornecer uma solução para todos os problemas que podem causar atrasos. No entanto, o fato de não ser possível eliminar todos os riscos existentes,

não deve impedir a busca pela minimização deles, pois compreendendo as causas e consequências, é possível adotar uma abordagem preventiva para minimizar a ocorrência dos atrasos e aprimorar os sistemas e modelos de gestão da obra (Cabrita, 2008).

Além disso, a realização de estudos relacionados a essa problemática, é importante para as empresas, pois além de servirem como indicadores de competitividade, os atrasos que afetam a duração total de uma obra são elementos para avaliar a eficiência da gestão implementada na obra. Segundo Varalla (2003) “uma empresa competitiva não é a que menos erra e sim, a que aprende mais rapidamente a corrigir os erros registrados nos seus processos de produção”.

Durante um ano realizando o estágio profissionalizante em uma construtora, a autora esteve inserida em um ambiente onde são utilizadas ferramentas e tecnologias de gerenciamento e planejamento, e percebeu que é frequente a ocorrência de atrasos, mudanças de planos e reprogramação do planejamento da obra. Diante deste contexto, a escolha do tema deste trabalho é motivada pelo interesse da autora, visando através de um estudo de caso, a compreensão das causas dos atrasos que ocorrem na obra em questão. Ademais, decidiu-se dedicar à pesquisa nesse assunto, pois diante da identificação das causas ocorridas nesta obra, podem ser evitadas a ocorrência das mesmas em obras futuras, através da implementação de ações corretivas, melhorias no planejamento e em processos por parte da empresa.

Assim, a relevância desse problema na construção civil fundamenta a realização dessa pesquisa, que busca fornecer respostas que serão úteis para as construtoras, incorporadoras e profissionais da engenharia, com a finalidade de contribuir na redução da incidência de atrasos e permitir que possam ser adotadas medidas no planejamento da obra de empreendimentos futuros.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar quais as causas que contribuíram para os atrasos nas etapas de serviços preliminares, movimentação de terra, fundações, superestrutura e alvenaria, em uma obra de um edifício multifamiliar misto com duas torres, cada uma com 11 pavimentos.

1.3 Objetivos Específicos

O presente estudo tem os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar quais os serviços sofreram atrasos nas etapas analisadas;
- b) Detectar quais as causas mais expressivas dos atrasos;
- c) Classificar as causas de acordo com a literatura apresentada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos e a contextualização dos temas relevantes para este trabalho, com ênfase nos elementos relacionados ao planejamento e controle de produção e atrasos em obras.

2.1 Planejamento e Controle da Produção

Nesta seção será apresentado o processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP), iniciando com conceitos, objetivos, benefícios do planejamento e as suas dimensões. Por fim, será abordada a questão de gerenciamento e controle, bem como os indicadores de desempenho.

2.1.1 O planejamento de obras

Na literatura encontram-se diversas definições para o termo planejamento. Segundo Ackoff (1974 apud Oliveira 2007), o planejamento é uma decisão prévia, ou seja, uma etapa que é realizada antes da execução, dedicando-se a impedir ações incorretas, minimizando a frequência de insucessos e elevando a chance de um resultado positivo. Já na perspectiva de Formoso *et al.* (1999), o planejamento é um processo de gestão que implica na definição de metas e identificação dos passos que devem ser realizados para alcançá-las, sendo um processo eficaz quando executado em paralelo com o controle.

De acordo com Laufer e Tucker (1987), o planejamento possui quatro objetivos principais, sendo eles: auxiliar o gestor na administração da empresa, coordenar as diversas equipes envolvidas na execução do empreendimento, tornar mais fácil o controle da produção e facilitar o processo de tomada de decisões a partir de comparações e informações de desempenho. Além disso, os mesmos autores evidenciam que o planejamento aborda quatro questões:

- a) Quais atividades precisam ser realizadas?
- b) A partir de qual método devem ser executadas essas atividades?
- c) Quem é o responsável por cada atividade?
- d) Quando as atividades devem ser realizadas e concluídas?

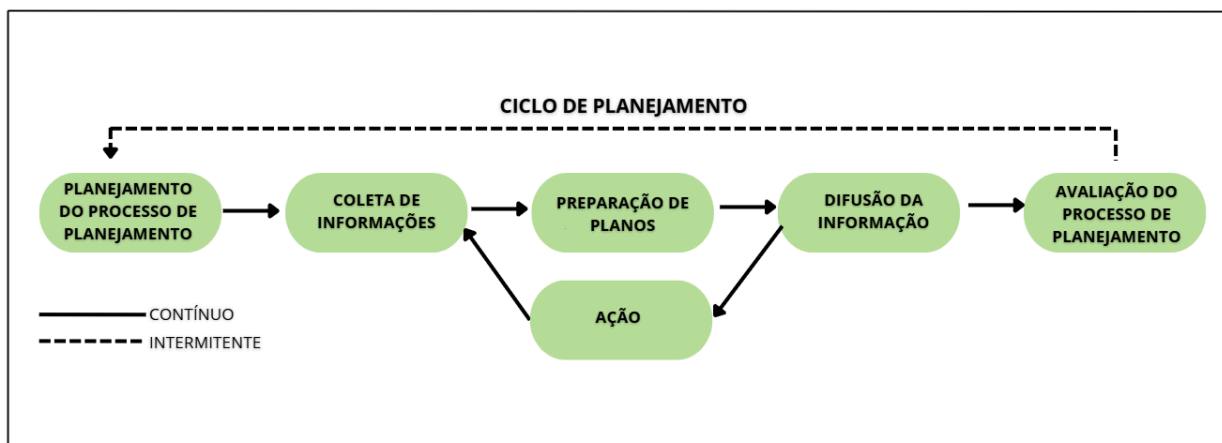
Ademais, conforme Mattos (2019), o planejamento prévio oferece várias vantagens para uma obra. Primeiramente, permite a identificação de situações desfavoráveis, possibilitando que o gestor da obra consiga tomar decisões preventivas e que minimizem as consequências no orçamento e no cronograma. Além disso, o planejamento prévio possibilita a tomada de decisões rápidas, pois tendo um planejamento e controle total da obra, é possível fazer mudanças com eficiência. Outro benefício importante citado pelo mesmo autor é a facilidade no acompanhamento do planejamento, permitindo a comparação entre o previsto e o realizado, através do cronograma. Por fim, destaca-se a vantagem do registro de dados, que pode assessorar o desenvolvimento de planejamento de obras futuras, contribuindo para a melhoria contínua do processo.

Diante dos aspectos apresentados, pode-se observar que o planejamento é uma atividade complexa e que tem como objetivo o desenvolvimento de processos e técnicas que tendem a reduzir a incerteza do processo decisório e aumentar a probabilidade de alcançar os objetivos definidos pela empresa (Oliveira, 2007). Dentro deste contexto, para um melhor entendimento do processo de planejamento e controle da produção, Laufer e Tucker (1987) propuseram um modelo que indica que nesse processo existem duas dimensões básicas: a horizontal e a vertical. A seguir serão apresentadas as duas dimensões e suas características.

2.1.1.1 Dimensão horizontal

De acordo com Laufer e Tucker (1987), a dimensão horizontal diz respeito às fases pelas quais ocorre a execução do processo de planejamento e controle, sendo dividida em cinco fases, conforme a Figura 01. Nota-se também, que a primeira e a última fase do ciclo ocorrem em momentos específicos em uma construtora, geralmente na finalização de uma obra ou em lançamentos de novos empreendimentos (Laufer e Tucker, 1987). Enquanto isso, as fases intermediárias formam um ciclo de replanejamento, que ocorre de forma contínua ao longo de toda a construção (Bernardes, 2021).

Figura 01 - Ciclo de planejamento da dimensão horizontal



Fonte: Adaptado de Laufer e Tucker (1987).

2.1.1.2 Dimensão vertical

Devido à complexidade dos projetos de construção e à diversidade dos seus procedimentos, é essencial que o planejamento e controle da produção seja segmentado em níveis hierárquicos (Isatto *et al.*, 2000). Esses níveis para os quais os planejamentos são produzidos definem a dimensão vertical do planejamento (Formoso, 1991). Cada um dos níveis possuem informações em um grau apropriado, pois se houver informações excessivas, a tomada de decisões pode tornar-se complexa e consumir muito tempo na atualização dessas informações. No entanto, se o planejamento elaborado não possuir o mínimo de informações necessárias, se torna ineficaz e não cumprirá a função de direcionar a execução (Formoso, 1991).

Além disso, o grau de detalhamento de cada planejamento é influenciado também pelo nível de incerteza (Formoso, 1991). Para Laufer e Tucker (1987), uma maneira de lidar com essas situações de incerteza é assegurar a flexibilidade na tomada de decisões, por meio da disponibilidade de recursos. No entanto, Bernardes (2021) evidencia que essa disponibilidade de recursos envolve despesas adicionais que devem ser consideradas no processo de orçamento e análise de viabilidade do projeto.

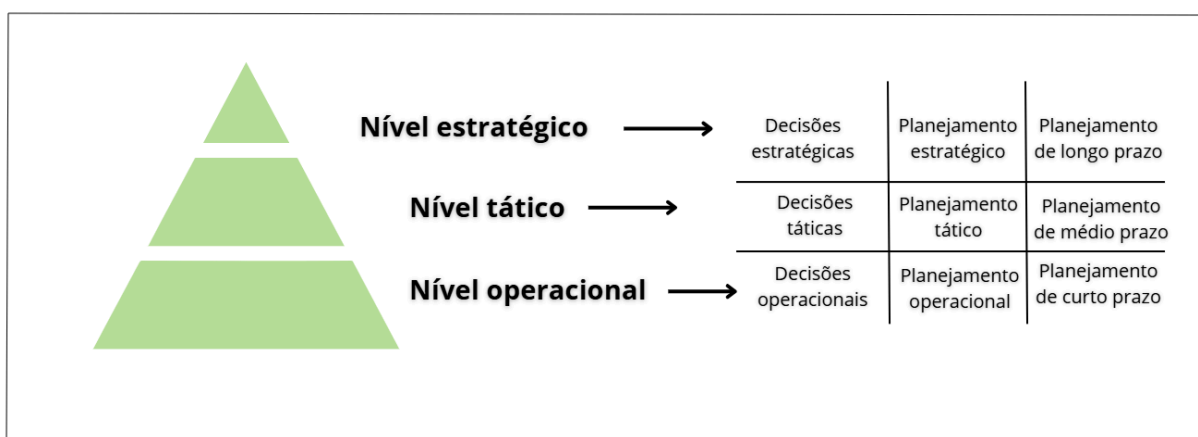
Entretanto, existe outra maneira de lidar com os efeitos da incerteza, através de *buffers* (Bernardes, 2021). De acordo com o mesmo autor, o *buffer* consiste em um estoque de tempo, materiais e recursos, permitindo a continuação dos serviços mesmo que ocorram problemas que afetem o planejamento. Horman e Kenley

(1998) trazem um conceito semelhante ao de Bernardes (2021), definindo o *buffer* como uma reserva destinada a lidar com os efeitos das influências inesperadas e outras complicações que surgem em uma obra.

Embora os autores Laufer e Tucker tenham proposto uma nomenclatura diferente para os níveis hierárquicos, neste trabalho é considerada a identificação dos níveis propostos por Neale e Neale (1989), que adotaram na dimensão vertical do planejamento o nível estratégico, tático e operacional. Essa estrutura é mencionada também por outros autores, como, Formoso *et al.* (1999), Isatto *et al.* (2000), Oliveira (2007), Tubino (2007), Mattos (2019) e Bernardes (2021).

Contudo, os níveis de planejamento exercem uma conexão com os níveis de tomada de decisão em uma estrutura organizacional, conforme apresentado em forma de uma pirâmide na Figura 02 (Oliveira, 2007). Essa hierarquização de planejamento também está conectada em termos de prazos, sendo vinculadas aos horizontes de longo, médio e curto prazo (Tubino, 2007).

Figura 02 - Níveis de planejamento da dimensão vertical



Fonte: Adaptado de Oliveira (2007).

O planejamento estratégico está ligado ao planejamento de longo prazo (Oliveira, 2007), e está conectado aos níveis superiores, como a diretoria, resultando principalmente no desenvolvimento do plano mestre. Esse plano tem como principal finalidade fornecer uma visão geral das fases da execução do empreendimento e uma avaliação dos recursos necessários (Mattos, 2019). Além disso, Isatto *et al.* (2000) destaca que nesse nível de planejamento são elaborados o cronograma de recursos e o layout inicial do canteiro de obras. Contudo, quanto a atualização do plano mestre, Formoso *et al.* (1999) ressalta que devido às variações no progresso

da obra, que podem ser causadas por atrasos ou alterações nos fluxos de receitas, é necessário realizar atualizações periódicas desse plano.

Já o planejamento tático está ligado ao planejamento de médio prazo, sendo de responsabilidade da gerência da obra (Formoso *et al.*, 1999). Ele está ligado a este nível devido a necessidade de criar estratégias para otimizar a utilização do sistema produtivo, incluindo antecipação da produção, definindo horas por turno e até a possibilidade de terceirização de alguns serviços (Tubino, 2007). Para Isatto *et al.* (2000), nesse nível são detalhados os serviços que foram estabelecidos no plano mestre e elaborados cronograma de compras e contratações. Para Bernardes (2021) é nesse nível que ocorre a identificação das restrições. O mesmo autor destaca que as restrições devem ser identificadas e removidas ainda nesta etapa, para que a atividade entre no planejamento de curto prazo sem restrições. Como exemplo de uma restrição, Bernardes (2021) cita a necessidade do detalhamento de um projeto ou a locação de um equipamento até determinada data.

Por fim, o planejamento operacional é o que está ligado ao planejamento de curto prazo (Coelho, 2004). Ele é direcionado a produção da obra e reafirma o compromisso dos encarregados pela produção com as metas previamente definidas (Varalla, 2003). Esse nível dá ênfase nas operações diárias que devem ser realizadas, detalhando as atividades, bem como os responsáveis por cada uma delas, os recursos e procedimentos que serão utilizados e os prazos determinados (Oliveira, 2007).

2.1.2 Gerenciamento e controle de obra

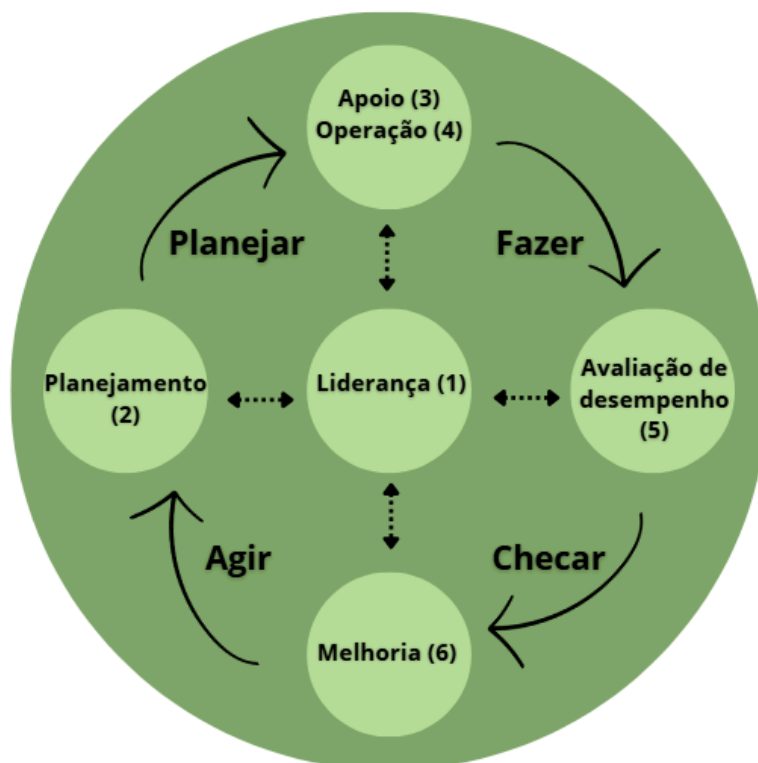
Segundo PMI (2021) “o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para cumprir os requisitos definidos”. Para Varalla (2003), é essencial que o processo de gerenciamento aconteça durante todas as fases de uma obra, desde o planejamento, execução, controle e até a entrega da obra.

De acordo com Quinquilo (2002), uma das técnicas amplamente reconhecidas em um sistema de gerenciamento é o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). O mesmo autor indica que esse ciclo tem como principal propósito assegurar o cumprimento das metas essenciais para a sobrevivência e a expansão

das organizações. A NBR ISO 9001 (2015) apresenta a estrutura do ciclo PDCA conforme a Figura 03, e detalha também cada etapa do ciclo, onde:

- *Plan* (planejar): estabelecer os objetivos do sistema e seus processos e os recursos necessários para entregar resultados de acordo com os requisitos dos clientes e com as políticas da organização;
- *Do* (fazer): implementar o que foi planejado;
- *Check* (checar): monitorar e (onde aplicável) medir os processos e os produtos e serviços resultantes em relação às políticas, objetivos e requisitos, e reportar os resultados;
- *Act* (agir): executar ações para melhorar desempenho, conforme necessário (NBR ISO 9001, 2015)

Figura 03 - Ciclo PDCA



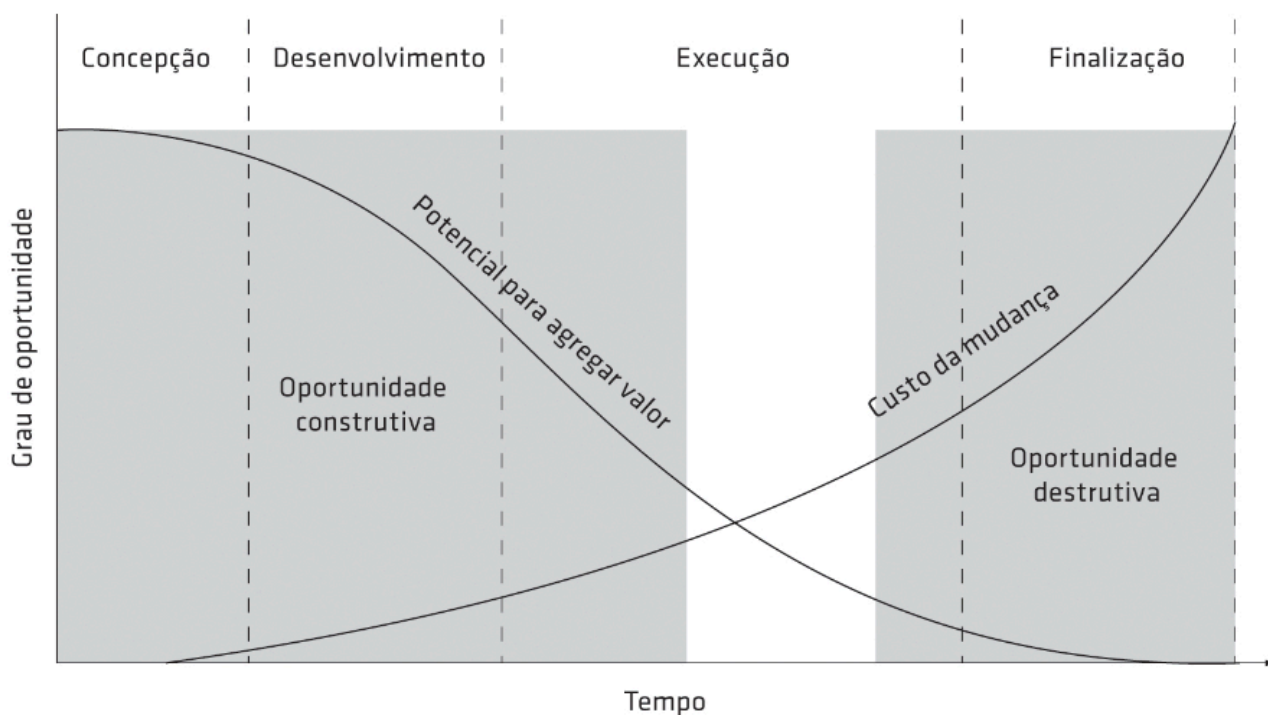
Fonte: Adaptado de NBR ISO 9001 ABNT (2015).

Além disso, gerenciar uma obra, de acordo com Limmer (1997), abrange utilizar mecanismos de controle para o monitoramento do progresso e análise dos impactos nos prazos. Neste sentido, o mesmo autor ressalta que é fundamental que durante a execução de um projeto, se mantenha um controle rigoroso sobre os parâmetros estabelecidos, garantindo que os objetivos definidos sejam alcançados de acordo com o planejado. Para Tubino (2007) o propósito do acompanhamento e

controle da produção consiste em estabelecer uma conexão entre o planejamento e a execução das atividades, envolvendo a detecção dos desvios e a avaliação da sua grandeza. A agilidade na detecção dos problemas resulta na economia do tempo e na redução de despesas, pois assim, pode-se ter rapidez na aplicação de medidas corretivas (Tubino, 2007).

Em uma obra, devido a ausência de um planejamento e controle adequado, é comum que as tomadas de providências sejam adiadas, até que os atrasos se tornem irreversíveis (Mattos, 2019). Nesse contexto, Mattos (2019) também ressalta que existem dois graus de oportunidades quando se envolve as mudanças, conforme a Figura 04. Na oportunidade construtiva, que ocorre durante a concepção, desenvolvimento e início da execução de um empreendimento, representa a fase na qual é possível efetuar mudanças no projeto ou no planejamento sem grandes impactos relacionados a custos. Porém, na oportunidade destrutiva, que ocorre nas etapas finais de execução e finalização de um empreendimento, essas mudanças possuem maiores consequências, como o custo mais elevado.

Figura 04 - Grau de oportunidade de mudança em função do tempo



Fonte: Mattos (2019).

Diante disso, percebe-se a necessidade do controle de obras, tendo como principal objetivo a comparação dos resultados com o planejamento original, a fim de assegurar que o progresso do projeto esteja sendo desempenhado em conformidade com este planejamento (Limmer, 1997). Para a realização desse controle, são utilizadas ferramentas que podem ser direcionadas para o acompanhamento da produção ou para a avaliação e diagnósticos. Contudo, as ferramentas não geram os resultados sozinhas, é necessário um profissional que saiba usá-las corretamente para adquirir os resultados almejados (Isatto *et al.*, 2000).

Ballard (2000) desenvolveu uma ferramenta para o PCP chamada Sistema *Last Planner (LPS)*, que tem o objetivo de proteger a produção contra as incertezas no curto prazo e realizar a identificação das restrições no médio prazo, contribuindo para a otimização dos fluxos de trabalho (Moura e Formoso, 2009). Além disso, Isatto *et al.* (2000) ressalta que o LPS tem como foco estabelecer uma maneira formal do planejamento de curto prazo, por meio do uso de uma planilha, que permite analisar a efetividade do planejamento operacional e registrar as causas dos incumprimentos das tarefas planejadas. O autor também destaca que nessa planilha constam: quais tarefas serão executadas, quem é o responsável pela execução da tarefa, quando será executado, a avaliação das tarefas concluídas com relação ao planejado e por fim, caso a tarefa não tenha sido cumprida, é registrada a causa do incumprimento. Para a medição da eficácia no LPS, Moura e Formoso (2009) destacam o indicador PPC, o qual será apresentado com mais detalhes na seção 2.1.3.1.

Contudo, segundo Ballard (2000), o LPS é uma ferramenta com o objetivo de transformar o que “deve” ser feito no que “pode” ser feito. Além disso, esse sistema dá prioridade na execução dos serviços conforme o planejado, visando o aprimoramento da confiabilidade da produção e o aumento da eficiência da obra a partir das restrições, evitando que ocorram contratemplos que possam interferir na execução, como a escassez de materiais, mão de obra e equipamentos (Isatto *et al.*, 2000)

2.1.3 Indicadores de desempenho

O processo de PCP envolve vários ciclos de retroalimentação. Nesses ciclos, tanto o planejamento, quanto a produção, são avaliados para identificação de problemas. Para isso, é necessário um sistema de indicadores que forneça os dados essenciais para a tomada de decisões (Formoso *et al.*, 1999) e para o acompanhamento e controle de metas (Olivieri, Granja e Picchi, 2014). Além disso, a utilização adequada de indicadores é fundamental para auxiliar as empresas a resolverem problemas relacionados a desempenho, identificarem as causas dos problemas, priorizarem ações a serem tomadas e gerirem a empresa em seus níveis hierárquicos de planejamento (Olivieri, Granja e Picchi, 2014). A seguir, serão apresentados os indicadores de desempenho identificados na literatura referentes a controle de prazos.

2.1.3.1 Percentual de Pacotes Concluídos

O Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) é o indicador de maior relevância para o planejamento de curto prazo (Moura e Formoso, 2009), onde os pacotes representam os pacotes de serviços (ou tarefas) a serem executados (Bernardes, 2021). Segundo Moura e Formoso (2009), esse indicador é calculado conforme a Equação 1. Além disso, ele é uma referência para o controle no nível da produção, onde um PPC mais elevado se refere a realização do trabalho correto com os recursos disponíveis, resultando em maior produtividade e avanço (Ballard, 2000). Ademais, Isatto *et al.* (2000) ressalta que um PPC superior a 80% indica que a obra apresenta um bom desempenho com relação ao planejado.

$$PPC = \frac{\text{Número de pacotes 100\% concluídos}}{\text{Número de pacotes planejados}} \times 100 \quad (1)$$

2.1.3.2 Índice de Desempenho de Prazo

De acordo com Mattos (2019), o Índice de Desempenho de Prazo (IDP) representa o percentual do Valor Previsto (VP) com relação ao Valor Agregado (VA). Para o autor, o VP representa o custo que foi previsto e o VA representa o custo do que foi agregado. Esse índice é obtido através da Equação 2 (Mattos, 2019). Além disso, o autor ressalta que se o IDP for maior que um, o serviço está adiantado, se o

IDP for igual a um, o serviço está conforme o prazo estabelecido, e por fim, se o IDP for menor que um, o serviço está atrasado.

$$IDP = \frac{VA}{VP} \quad (2)$$

2.1.3.3 Desvio de Prazo

O Desvio de Prazo (DP) é expresso a partir da Equação 3, e através desse indicador é comparado em dias o avanço físico esperado com o avanço físico real (Moura e Formoso, 2009). Quanto ao resultado desse indicador, os mesmos autores destacam que quanto mais próximo de zero o DP estiver, significa que melhor é o desempenho do empreendimento em relação ao prazo.

$$DP = \frac{(\text{Prazo real} - \text{Prazo previsto})}{\text{Prazo previsto}} \times 100 \quad (3)$$

2.1.3.4 Variação de Prazo

Por fim, a Variação de Prazo (VPr) é um indicador que demonstra a variação entre o que foi realizado e o que foi planejado. Esse indicador pode ser calculado através da Equação 4, onde o VA representa o Valor Agregado e o VP representa o Valor Planejado (Mattos, 2019). Entretanto, apesar do indicador ser relacionado a prazo, o autor propõe que seja calculado com o VA e VP referente a custos, da mesma forma que no índice de IDP apresentado anteriormente. Além disso, Mattos (2019) afirma que os resultados da variação de prazo podem ser interpretados da seguinte forma: Se o VPr for maior que zero, o serviço está adiantado, se o VPr for igual a zero, o serviço está conforme o prazo estabelecido, e por fim, se o VPr for menor que zero, o serviço está atrasado.

$$VPr = VA - VP \quad (4)$$

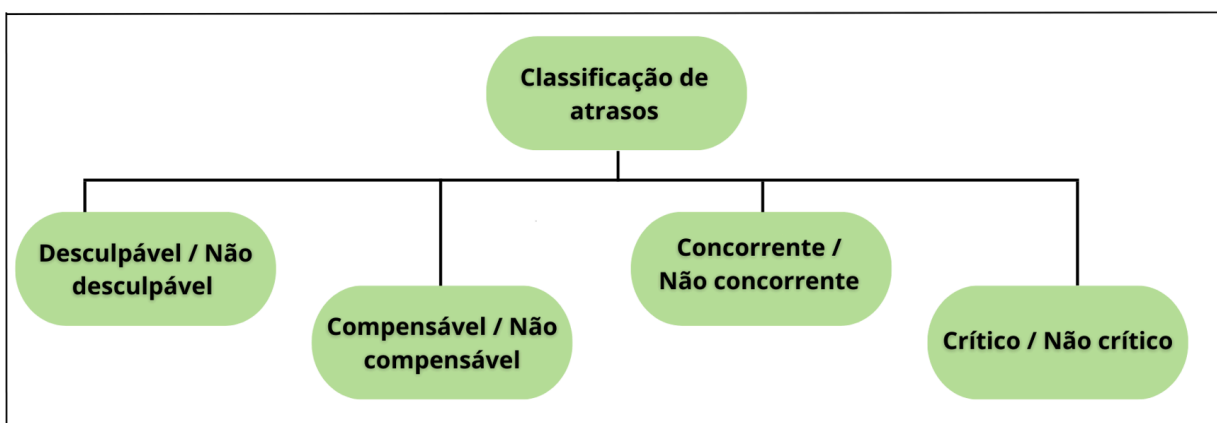
2.2 Atrasos de obras

2.2.1 Conceito e classificação de atraso de obras

Segundo Assaf e Al-Hejji (2006), o atraso pode ser definido como sendo um desvio do prazo de execução estabelecido, tendo como efeito a extensão do período de execução do projeto, ultrapassando a data de conclusão que foi determinada em

contrato. Já para Trauner *et al.* (2009), o atraso significa executar algo além do prazo planejado, onde o que está atrasado definirá se o projeto ou alguma outra atividade será concluída com atraso. Couto (2006) traz uma definição semelhante a de Trauner *et al.* (2009), afirmando que o atraso em obras é “a derrapagem do prazo de execução para além da data prevista no contrato ou para além da data de conclusão das atividades críticas”. Diante disso percebe-se que na literatura encontram-se duas versões da definição de atrasos de obras, sendo uma relacionada apenas ao impacto contratual e a outra adicionando o impacto na programação das atividades. Ademais, na perspectiva de Trauner *et al.* (2009) e Cabrita (2008), os atrasos podem ser classificados de quatro formas, de acordo com as suas características, conforme apresentado na Figura 05.

Figura 05 - Classificação de atrasos



Fonte: Adaptado de Cabrita (2008).

De acordo com Trauner *et al.* (2009), todo atraso pode ser classificado como desculpável ou não desculpável. Para o autor, o atraso considera-se desculpável quando decorre de um evento imprevisível, que foge do controle do empreiteiro. Como exemplo desses eventos imprevisíveis, destacam-se: incêndios, inundações, greves trabalhistas, inconsistências e omissões nas especificações (Trauner *et al.*, 2009), condições inesperadas no local de obra, condições climáticas extremamente desfavoráveis (Cabrita, 2008). Já o atraso não desculpável, ocorre quando a causa do atraso é previsível ou está sob o controle do empreiteiro (Cabrita, 2008). Para Couto (2006), esse tipo de atraso pode ser um motivo para quebra contratual. São exemplos de atraso não desculpável: desempenho insatisfatório do empreiteiro, atraso na entrega de materiais pelo fornecedor, escassez de mão de obra devido à baixa assiduidade (Cabrita, 2008), mão de obra sem qualificação e danos em

equipamentos (André, 2010). Entretanto, é crucial a distinção entre evento desculpável e não desculpável, tanto para o proprietário da obra, quanto para o empreiteiro. É recomendado também, que seja definido em contrato quais as causas dos atrasos que justificam a prorrogação de prazo para conclusão da obra (Cabrita, 2008).

Para André (2010) o atraso compensável ocorre quando o atraso é desculpável e conforme o contrato estabelecido entre as partes, o empreiteiro recebe uma compensação referente a prorrogação de prazo e custos adicionais pelos atrasos. Isso ocorre quando as causas são relacionadas a atos do proprietário da obra, como alterações construtivas (Trauner *et al.*, 2009). Quanto ao atraso não compensável, este ocorre quando o atraso é desculpável, e o empreiteiro pode ou não receber o direito da prorrogação do prazo, mas não recebe nenhuma compensação quanto aos custos. Isso ocorre quando a causa do atraso é algo que está fora do controle tanto do empreiteiro quanto do proprietário da obra (Couto, 2006).

O atraso concorrente é quando ocorrem dois ou mais atrasos simultaneamente que podem impactar na data de conclusão da obra (Couto, 2006). O atraso não concorrente, na perspectiva de André (2010), é aquele que ocorre de forma isolada, podendo ser uma consequência de algum atraso anterior ou originados por uma sequência de atrasos consecutivos.

O atraso crítico é aquele que ocorre nas atividades críticas da obra (Cabrita, 2008). Segundo Avila e Jungles (2013), as atividades críticas estabelecem uma sequência de atividades interligadas que possuem maior duração. Essa sequência forma o caminho crítico, o qual define a duração total da obra. Diante deste contexto, o atraso crítico causa um impacto no prazo final da obra (Cabrita, 2008) ou em uma data marcante (Trauner *et al.*, 2009). Ademais, uma obra pode apresentar mais de um caminho crítico, o que eleva a probabilidade de ocorrerem atrasos que impactem na duração total da obra (Avila e Jungles, 2013). Por fim, o atraso não crítico é aquele que ocorre em atividades não críticas, ou seja, atividades que não afetam diretamente o prazo final da obra. Isso ocorre pois as atividades não críticas possuem uma folga entre o início e o término do serviço, proporcionando uma margem de tempo na execução (André, 2010).

Contudo, além da categorização dos atrasos de acordo com as suas características, Cabrita (2008) ressalta que é fundamental segmentar os atrasos com base nos responsáveis por sua ocorrência. Para André (2010), a responsabilidade do atraso pode ser atribuída ao empreiteiro, ao proprietário da obra ou a terceiros. Couto (2006) enfatiza que há uma dificuldade quanto aos envolvidos a assumir a responsabilidade dos atrasos, devido às consequências resultantes. Diante deste contexto, quando ocorrem acúmulos de atrasos não desculpáveis com responsabilidade atribuídas ao empreiteiro, pode haver a cobrança de multas. Já quando a responsabilidade é atribuída ao proprietário da obra e ocorre um atraso devido a uma alteração ou atividade extra, pode haver aditivos de contrato, com a compensação de prazo e custo ao empreiteiro (Cabrita, 2008).

2.2.2 Causas de atrasos em obras

Cabrita (2008) organizou cronologicamente as publicações sobre atrasos em obras e concluiu que pesquisas abordando essa problemática foram conduzidas em diversos países, desde 1971 até os dias atuais. Cruz, Santos e Mendes (2018) identificaram 19 estudos relevantes sobre o tema em diferentes países no período de 1999 a 2017. Destes, observou-se que 6 foram publicados no Brasil. Nessa perspectiva, serão apresentados a seguir alguns estudos que abordam as causas de atrasos em obras, a fim de adquirir conhecimento sobre as causas mais frequentes encontradas na construção civil.

Assaf e Al-Hejji (2006) realizaram um estudo a fim de determinar as causas dos atrasos em obras na Arábia Saudita. Neste estudo, os dados foram coletados através de questionários, aplicados com empreiteiros, consultores e proprietários. Como resultado, os autores elencaram 73 causas de atrasos, e classificaram-as de acordo com a origem do atraso, em nove grupos: projetos, proprietário, mão de obra, consultor, materiais, equipamentos, contratos, fatores externos e contratante. Ademais, os autores concluíram que as causas mais comuns entre os participantes da pesquisa foram relacionadas principalmente ao empreiteiro, como: escassez na mão de obra, dificuldade financeira, falhas na programação e supervisão. Contudo, uma causa relacionada aos proprietários também se destacou, sendo a solicitação de alterações durante a execução da obra.

Cabrita (2008) realizou um estudo de caso em três obras de uma mesma empresa, em Portugal. Nesse estudo, o autor investigou as causas dos atrasos ocorridos em cada obra, as consequências e também as medidas de mitigação dos atrasos. Durante a pesquisa, o autor definiu a classificação dos grupos das causas de acordo com as suas origens, sendo elas: contrato, projeto, cliente, fiscalização e coordenação de obra, empreiteiro, mão de obra e equipamentos, material, segurança e outros fatores. Em seguida, conforme o Quadro 01, o autor elencou as 10 causas que influenciaram em atraso global da obra, classificando-as conforme os grupos preestabelecidos.

Quadro 01 - Classificação das causas em grupos quanto à origem

RANKING	DESCRIÇÃO DA CAUSA DE ATRASO IDENTIFICADA	GRUPO
1º	Atraso na tomada de decisões por parte do dono da obra	Cliente
2º	Alteração/mudança de tarefas	Contrato
3º	Prazo de fabricação de materiais	Material
4º	Condições climáticas	Outros fatores
5º	Interpretação do projeto e colocação de dúvidas (solicitações de esclarecimentos)	Projetos
6º	Ordens de alteração	Cliente
7º	Capacidade produtiva	Empreiteiro
8º	Prazo de entrega de materiais	Material
9º	Especialização da mão de obra	Mão de obra e equipamentos
10º	Problemas de vizinhança	Outros fatores

Fonte: Adaptado de Cabrita (2008).

Já no estudo desenvolvido por Filippi (2017), o autor realizou uma pesquisa com base em 15 bibliografias relacionadas à problemática de atrasos em obras em países em desenvolvimento. Após uma avaliação detalhada dessas bibliografias, o autor selecionou 100 causas de atrasos e estabeleceu uma classificação de 10 categorias de acordo com a origem das causas (Quadro 02). Em seguida, o autor

realizou uma pesquisa de campo em 24 construtoras, analisando 50 empreendimentos na região metropolitana de São Paulo, executados entre 2006 e 2015. Diante disso, o autor constatou que todos os empreendimentos foram relevantes para a pesquisa, pois apresentaram no mínimo 5% de atraso. Com base nos históricos e documentações da obra, o autor avaliou as causas dos atrasos ocorridos e elaborou um *ranking* com 20 causas (Quadro 03) de acordo com a frequência de ocorrência e classificando-as conforme as categorias de origem preestabelecidas. Contudo, Filippi (2017) concluiu que apesar das causas de atrasos em obras geralmente serem vinculadas a fatores externos (chuvas, clientes, solo), as causas mais relevantes estão vinculadas à origem interna da obra, principalmente à questão de organização do canteiro e gestão da construtora.

Quadro 02 - Classificação das causas em grupos quanto à origem

GRUPO	CATEGORIA
1	Escopo (contrato inicial, negociação contratual, viabilidade do projeto)
2	Empreendedor (ou proprietário, cliente, dono da obra)
3	Consultores técnicos do empreendedor (arquiteto, projetista ou gerenciadora)
4	Projeto (design) ou processo de projeto
5	Contratado principal pela obra (construtora ou empreiteiro)
6	Materiais empregados na obra
7	Mão de obra em geral no canteiro
8	Equipamentos
9	Construção (obra ou canteiro)
10	Efeitos/questões externas ao canteiro de obras

Fonte: Adaptado de Filippi (2017).

Quadro 03 - *Ranking* das causas de atrasos mais frequentes

ITEM	RANKING	DESCRIÇÃO DA CAUSA DE ATRASO IDENTIFICADA	GRUPO	Nº DE OBRAS	FREQUÊNCIA
1	1º	Má gestão ou organização das equipes no canteiro de obra	5	34	68,0%
2	2º	Interferências de equipes / subempreiteiros em outras atividades	5	33	66,0%
3	3º	Planejamento mal feito ou programação de serviço ineficaz	5	30	60,0%
4	3º	Baixo nível de produtividade do trabalho (mão de obra ruim)	7	30	60,0%
5	5º	Atraso ou pouca mobilização de mão de obra no canteiro	5	27	54,0%
6	5º	Retrabalho devido a erros durante a construção	5	27	54,0%
7	7º	Atraso na entrega de material	6	24	48,0%
8	8º	Escassez de mão de obra (não fornecimento)	7	23	46,0%
9	9º	Demora na tomada de decisões internas (na produção)	5	22	44,0%
10	10º	Reprogramação inadequada (não reflete a realidade da obra)	5	21	42,0%
11	10º	Conflitos nas programações das equipes ou subempreiteiros	5	21	42,0%
12	10º	Programação de entregas no canteiro mal feita ou tardia	6	21	42,0%
13	10º	Duração do contrato irrealista (muito curta)	1	21	42,0%
14	14º	Atrasos no trabalho de terceiros que seguram frentes de serviço	5	19	38,0%
15	15º	Demora na tomada de decisão pelo empreendedor	2	18	36,0%
16	15º	Atraso na entrega de equipamentos	8	18	36,0%
17	17º	Indefinições de contrato ou escopo / negociações inconclusivas	1	15	30,0%
18	17º	Falta ou pouca supervisão de equipes / empreiteiros (ou tardia)	5	15	30,0%
19	17º	Mudança frequente de subempreiteiros (ineficiência/ recuperação)	5	15	30,0%
20	17º	Tempo / Condições Meteorológicas (calor, chuva, outros)	10	15	30,0%

Fonte: Adaptado de Fillipi (2017).

Barros *et al.* (2021) realizaram um estudo em 10 obras verticais no Brasil, na região Nordeste e Sul, entre os anos de 2014 e 2020. O desenvolvimento do estudo foi realizado a partir de informações disponibilizadas por uma empresa de consultoria e gerenciamento de obras, onde a partir desse banco de dados, foram analisados os motivos do não cumprimento de metas e classificados em grupos e subgrupos. Diante disso, os autores elencaram as 10 principais causas identificadas, conforme o Quadro 04.

Quadro 04 - Principais causas dos atrasos

RANKING	DESCRIÇÃO DA CAUSA DE ATRASO IDENTIFICADA	OCORRÊNCIA
1º	Mudança do plano de ataque da obra	13,85%
2º	Área de trabalho não liberada	13,75%
3º	Predecessora não concluída ou fora do prazo	12,87%
4º	Falta de terminalidade	11,03%
5º	Falta de mão de obra	9,99%
6º	Baixa produtividade	7,79%
7º	Falta de material na obra	6,96%
8º	Paralisação e greve	3,05%
9º	Falha na programação da tarefa	2,72%
10º	Falha na entrega de material pelo fornecedor	2,51%

Fonte: Adaptado de Barros *et al.* (2021).

Ademais, Barros *et al.* (2021) classificaram as causas em grupos quanto à origem da causa, sendo: interna, externa e outras. E também, classificaram as causas em subgrupos, sendo eles: planejamento, mão de obra, materiais, projeto, interferência do cliente, fornecedores, outros, equipamentos e problemas meteorológicos. Por fim, os autores concluíram que 92% das causas foram de origem internas, e os subgrupos que possuem maior ocorrência de causas foram mão de obra e planejamento.

Diante das informações apresentadas, percebe-se que os autores divergem quanto aos grupos de classificação referente a origem dos atrasos. Entretanto, encontram-se causas de atrasos em comum citadas pelos autores, dentre elas destacam-se a alteração durante a execução da obra e os problemas referentes à mão de obra, como a baixa produtividade e a escassez. Um estudo realizado pelo CBIC em 2022 confirma a dificuldade de encontrar mão de obra qualificada para construção civil no Brasil, evidenciando a principal carência de pedreiros e carpinteiros. Essa situação vem ocorrendo há alguns anos no país. Um estudo de caso sobre atrasos conduzido por Bem (2008) revela que os empreiteiros fecham contratos de obras mesmo sem ter o número adequado de trabalhadores. Como resultado, os profissionais disponíveis acabam sendo distribuídos entre as diversas obras, o que pode causar deficiência em uma obra específica, e conseqüentemente, gerar atrasos.

2.2.3 Efeitos dos atrasos

De acordo com Couto (2006), o atraso em uma obra é sempre prejudicial. Além do atraso ocasionar problema para o cumprimento do prazo estabelecido, gera também problemas relacionados a custos, já que para cumprir o prazo, muitas vezes é necessário recursos adicionais. Além disso, pode ocorrer também um impacto na qualidade final do produto, durante a tentativa de recuperar o atraso para entregar a obra no prazo (André, 2010).

Os atrasos impactam o dono da obra, o empreiteiro e o cliente final. Para o dono da obra, os principais efeitos são o aumento do custo e em caso de locações, a perda da rentabilidade. Já para o empreiteiro, pode ocorrer o aumento do custo e a perda de novos trabalhos, caso o período de trabalho se estenda. Por fim, para o cliente final, há um impacto negativo quanto a utilização do espaço, pois poderá demorar mais do que o planejado (André, 2010).

Contudo, Cabrita (2008) realizou um estudo em algumas publicações relacionadas a essa problemática e destacou que os principais efeitos dos atrasos abordados na literatura são: “aumento da duração da obra, aumento do custo total da obra, desentendimento entre as partes envolvidas, má imagem imputada ao empreiteiro e aplicação de multas”.

3 MÉTODO

Neste capítulo serão apresentadas a classificação da pesquisa, o objeto de estudo e os métodos que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa, esta classifica-se como pesquisa aplicada, pois, sob o ponto de vista de Prodanov e Freitas (2013) e Gil (2022), a pesquisa aplicada tem o propósito de obter conhecimentos para aplicação prática voltadas para a resolução de problemas específicos.

Segundo Gil (2022) um estudo de caso envolve a análise aprofundada de um ou mais casos, possibilitando uma compreensão abrangente e detalhada do objeto de estudo. Na perspectiva de Yin (2001), o estudo de caso explora um fenômeno no contexto da vida real, quando o pesquisador possui uma influência limitada sobre os eventos. Ademais, o mesmo autor ressalta que os elementos para um estudo de caso podem originar de diversas fontes, como: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Diante deste contexto, esta pesquisa é caracterizada como um estudo de caso.

Além disso, a pesquisa classifica-se como explicativa, pois de acordo com Gil (2022), uma pesquisa explicativa tem o intuito de explicar a razão e o porquê dos acontecimentos, buscando identificar os elementos que influenciam e determinam o acontecimento de fenômenos.

Por fim, quanto à abordagem da pesquisa, esta classifica-se como qualitativa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) essa abordagem tem o ambiente do objeto de estudo como fonte direta dos dados, onde o que será estudado não tem nenhuma manipulação intencional por parte do pesquisador. O mesmo autor evidencia que o foco da pesquisa qualitativa é a natureza e a essência, onde a coleta de dados ocorre principalmente pelo pesquisador, através de observações e entrevistas, e a análise dos resultados é realizada também pelo pesquisador, não tendo como prioridade o uso de dados estatísticos.

3.2 Contextualização do empreendimento em estudo

A seguir, serão apresentadas as informações relevantes para este estudo referentes a construtora, o empreendimento que foi utilizado como estudo de caso, e os detalhes relacionados ao planejamento da obra.

3.2.1 Descrição da construtora

A construtora e incorporadora responsável pelo empreendimento selecionado para esse estudo atua na região de Florianópolis e São José, no estado de Santa Catarina, e possui uma trajetória de cerca de 40 anos no mercado. A empresa dedica-se principalmente ao ramo de construção de edifícios residenciais, de médio e alto padrão, e tem o foco na qualidade, inovação, sustentabilidade e satisfação dos clientes. Além disso, referente ao Sistema de Gestão da Qualidade, a construtora possui a certificação ISO 9001 e nível A no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

O conjunto de colaboradores da empresa é composto por profissionais alocados no escritório e no canteiro de obras, contendo funcionários próprios e terceirizados.

A estrutura organizacional da empresa é organizada da seguinte maneira: o conselho de sócios, o comitê de excelência e três grandes frentes da empresa. A primeira frente é a incorporadora, atuando no desenvolvimento de produtos, vendas e contato com o cliente. A segunda é a construtora, que é responsável pela execução das obras. A terceira é a *properties*, atuando na administração de locações e patrimônios da empresa. Cada uma dessas frentes possui os seus setores operacionais.

Os projetos dos empreendimentos são elaborados por empresas terceirizadas, especializadas em cada área. Entretanto, há um setor de projetos na empresa para realizar a análise, validação, coordenação e compatibilização dos projetos. Além disso, também há uma empresa especializada para a elaboração e acompanhamento do orçamento e planejamento da obra, que trabalha em conjunto com o engenheiro responsável pela obra e o setor de orçamentos.

No canteiro de obras, encontra-se a equipe técnica de engenharia, formada por um engenheiro e um técnico em edificações, o almoxarife, e por duas equipes terceirizadas: a segurança do trabalho e a mão de obra de execução (empreiteiro).

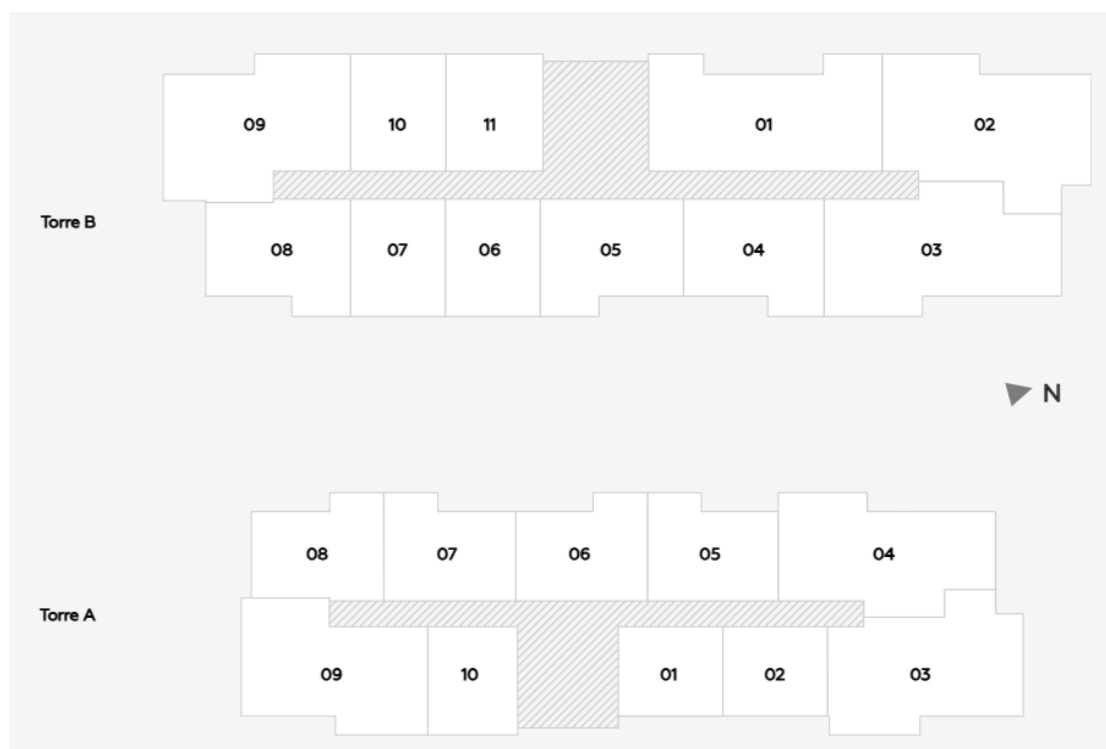
3.2.2 Descrição do empreendimento

A obra desse estudo de caso é uma edificação que possui duas torres, A e B, conforme a Figura 06, sendo caracterizada como edifício multifamiliar de uso misto, uma vez que possui salas comerciais e apartamentos de uso residencial.

A edificação possui uma área total construída de 15.749,01 m² e localiza-se na região continental de Florianópolis/SC.

O empreendimento possui no total 122 apartamentos, sendo 57 deles na torre A e 65 na torre B. A área dos apartamentos varia de 34 m² a 74 m², e possuem 5 tipologias: studios, 1 dormitório, 2 dormitórios e 1 suíte, 2 suítes e a planta americana (que também contém 2 dormitórios e 1 suíte).

Figura 06 - Localização torres A e B



Fonte: Empresa de arquitetura (2021).

Em relação à composição do empreendimento, ele conta com dois pavimentos subsolos, um pavimento térreo com sobreloja, dois pavimentos gardens (apartamentos com área de terraço), quatro pavimentos tipos, uma cobertura de lazer, um barrilete, um reservatório e uma casa de máquinas. Nos dois pavimentos subsolos ficam localizadas as garagens dos apartamentos e os *hobby boxes*. No pavimento térreo, ficam localizadas algumas áreas comuns e a área destinada ao uso comercial. Já no pavimento sobreloja, encontram-se áreas técnicas e áreas destinadas ao uso comercial. No pavimento garden (2) constam algumas áreas comuns de uso residencial e apartamentos. Já nos pavimentos garden (3) e tipos, encontram-se somente apartamentos, e por fim, na cobertura de lazer, está localizada a maior parte das áreas comuns destinadas ao uso residencial.

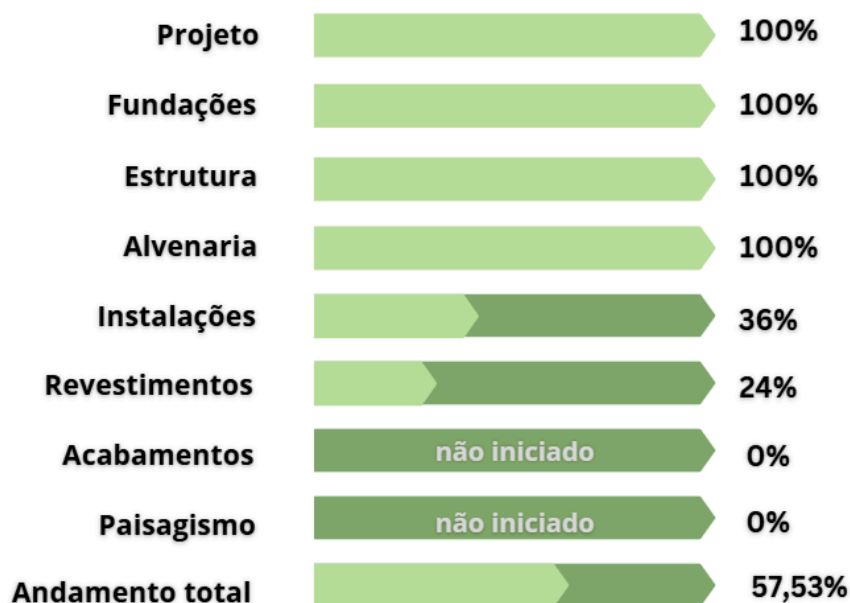
Nos edifícios desta construtora, apesar de existirem pavimentos tipos, estes pavimentos não são todos iguais, uma vez que a construtora disponibiliza o serviço de personalização dos apartamentos para os clientes que compraram o imóvel na planta. Portanto, o cliente pode fazer alterações de obra civil e também de revestimentos no seu apartamento.

Neste empreendimento em questão, 20 apartamentos possuem personalização civil, com as principais alterações em alvenarias, pontos hidrossanitários, elétricos, gás e climatização. Além disso, 50 apartamentos possuem a personalização de revestimentos.

Além dessas personalizações, a construtora possui o serviço de mobiliário, onde através de parceiros desse segmento, o cliente pode adquirir marcenaria planejada, bancadas de pedras, louças e metais, e até mobiliário solto, para que sejam entregues no mesmo momento da entrega da obra.

Com relação ao andamento da obra, o início ocorreu em fevereiro de 2022 e a conclusão está prevista para novembro de 2024. Conforme a Figura 07, em abril de 2024 o andamento total da obra era de 57,53%, sendo as etapas iniciais à alvenaria finalizadas 100%, as instalações em 36% e revestimentos em 24%.

Figura 07 - Status da obra



Fonte: Adaptado de dados fornecidos pela construtora (2024).

3.2.3 O planejamento da obra

Conforme citado anteriormente, o planejamento e orçamento da obra acontece através de uma empresa terceirizada, a qual presta esse serviço para a construtora desde 2017. Com base nas diretrizes fornecidas pela construtora, a empresa elabora o orçamento inicial da obra e os planejamentos de longo, médio e curto prazo. Além disso, a mesma empresa faz o monitoramento e acompanhamento do planejamento durante a execução da obra.

Para esse empreendimento em questão, durante o primeiro ano de execução, o planejamento e controle era feito somente pela engenheira responsável pela obra e posteriormente, a empresa terceirizada foi contratada.

O planejamento e controle feito pela engenheira era através de pequenos cronogramas segmentados por etapas, e planilhas que indicavam as datas previstas para as realizações das atividades (Figura 08). A cada mês, era preparada uma apresentação para a diretoria, com um resumo das ocorrências do período, incluindo imagens da obra, as atividades concluídas e as previstas para o próximo mês.

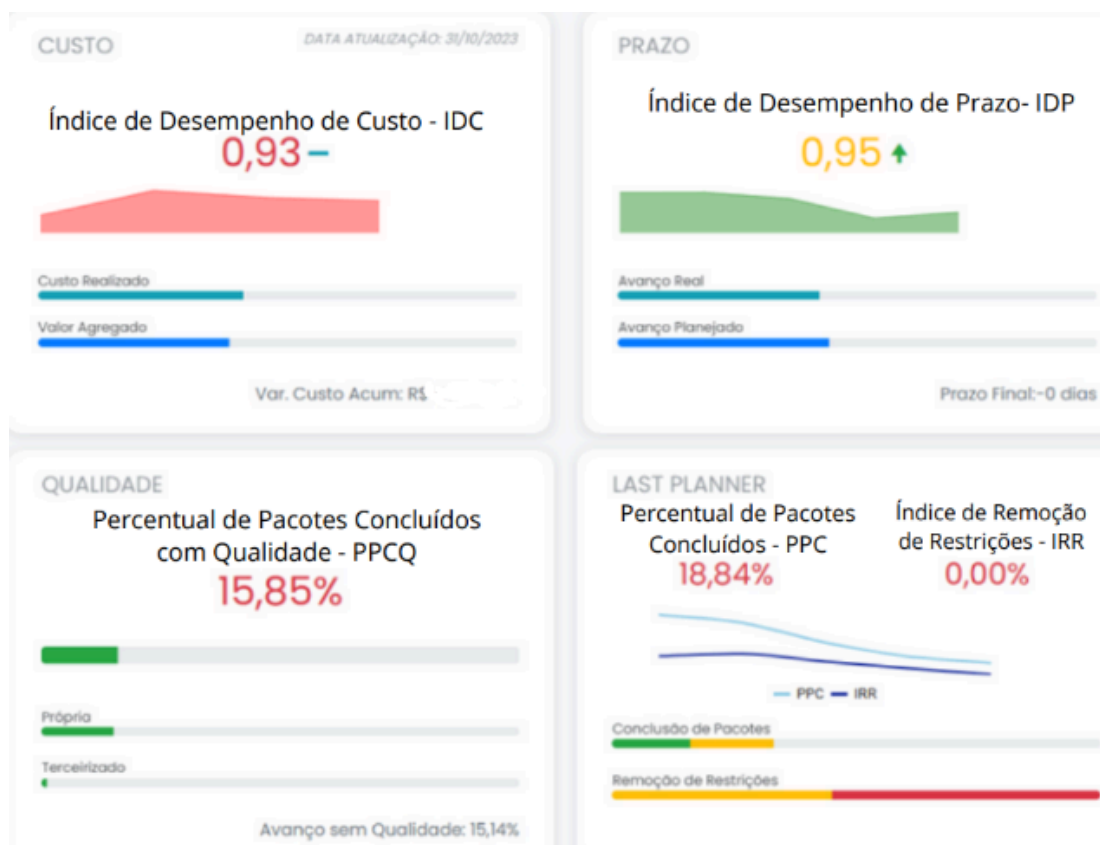
Figura 08 - Controle e planejamento da obra feito pela engenheira

ATIVIDADES		Semana		PLANEJAMENTO SEMANAL DE TAREFAS							n°:	
		5/09/2022 à 10/09/2022		SEMANA N°							5	
N°	DESCRIÇÃO	Início	Fim	5-set.	6-set.	7-set.	8-set.	9-set.	10-set.	REALIZADO	COMENTÁRIOS	
				S	T	Q	Q	S	S			
1	Execução Linha H	Início	3-set.	P						NÃO		
		Fim	2-set.	R								
2	Reinjeção Linha I (TRECHO C e D)	Início	29-ago.	P						SIM		
		Fim	29-ago.	R	X							
3	Execução Tirantes Linha B Trecho H	Início	30-ago.	P						SIM		
		Fim	31-ago.	R		X	X					
4	Carga Tirantes Linhas I Trecho A(5,6,7A,7B,8)	Início	29-ago.	P						NÃO	Reinjeção de tirantes	
		Fim	30-ago.	R								
5	Escavação e Bota Fora	Início	29-ago.	P						SIM		
		Fim	2-set.	R	X	X	X	X				
6	Furação complemento Linha B H	Início	31-ago.	P						SIM		
		Fim	31-ago.	R			X					
7	Rebaixamento Linha H	Início	31-ago.	P						SIM		
		Fim	31-ago.	R			X					
8	Armação Estacas	Início	29-ago.	P						SIM		
		Fim	2-set.	R	X	X	X	X				
9	Reinjeção Linha B Trecho A	Início	31-ago.	P						SIM		
		Fim	31-ago.	R			X					

Fonte: Dados fornecidos pela construtora (2024).

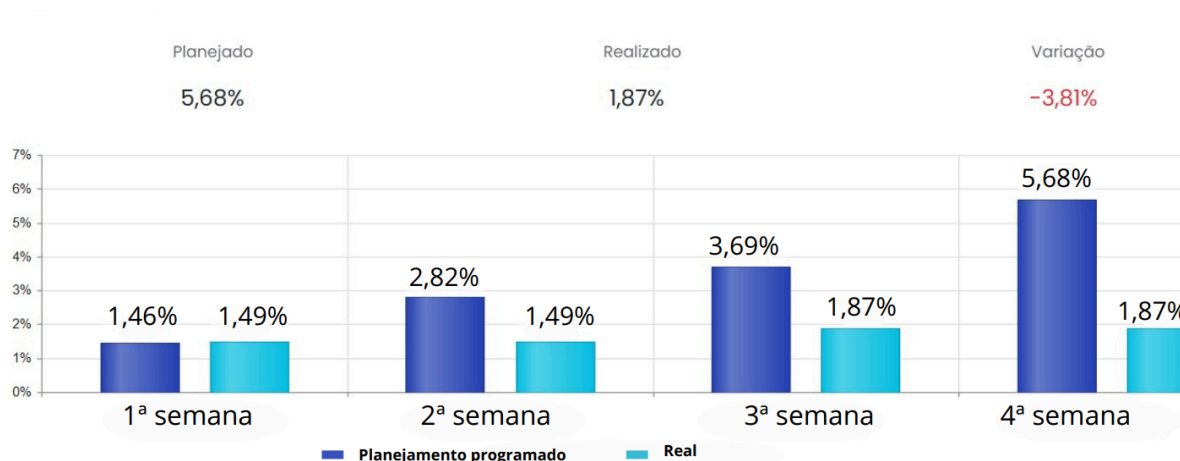
Com a atuação da empresa terceirizada, o lançamento e acompanhamento das informações começou a ser feito através de uma plataforma chamada Agilean, a qual possui o foco na gestão da execução de obras. Através do lançamento do orçamento e planejamento nesse sistema, a engenheira da obra tem acesso a todas as informações do planejamento de curto, médio e longo prazo, podendo através disso, realizar o gerenciamento e controle da obra. É possível também, através da plataforma, acompanhar todo o avanço físico e financeiro da obra, podendo fazer a comparação do planejado *versus* realizado, através de painéis interativos, extração de relatórios e indicadores de desempenho conforme as Figuras 09 e 10.

Figura 09 - Painel inicial Agilean



Fonte: Adaptado de dados fornecidos pela Construtora (2023).

Figura 10 - Painel curto prazo



Fonte: Dados fornecidos pela Construtora (2023).

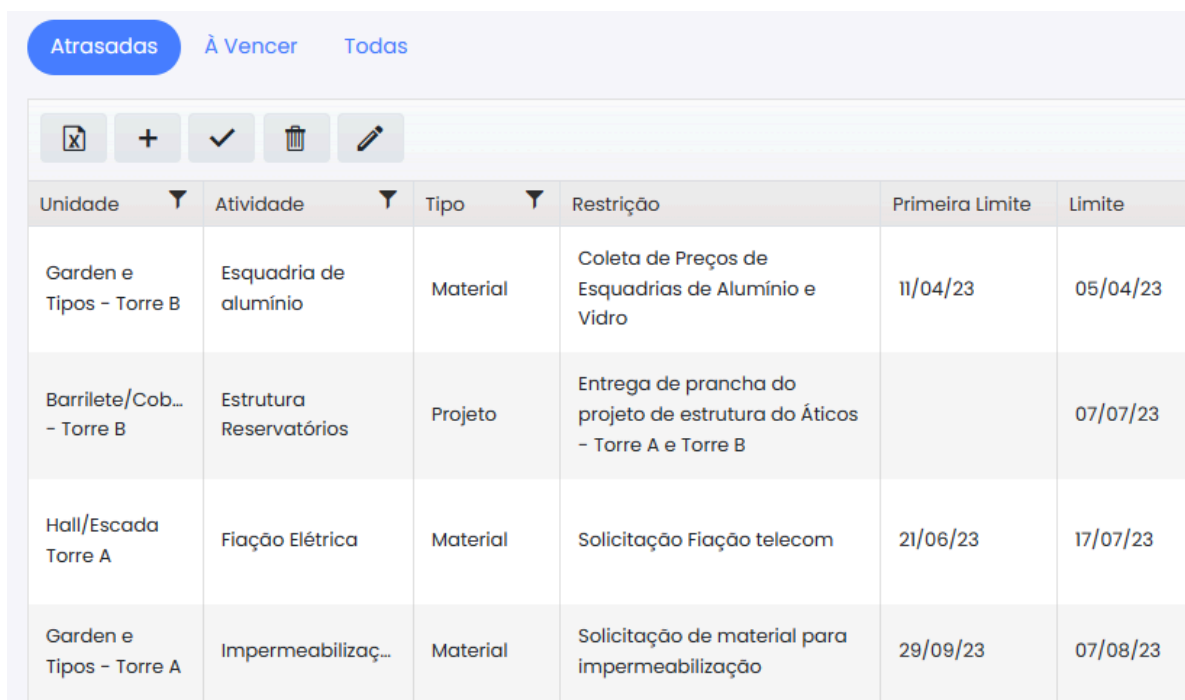
Importa ressaltar que, embora exista esse sistema juntamente ao serviço da empresa especializada, é de suma importância o papel do engenheiro nesse controle e retroalimentação dos dados, no qual a engenheira responsável pela obra realiza semanalmente a medição dos serviços em obra e a alimentação dos dados

na plataforma, indicando quais serviços foram concluídos, quais ainda estão em execução, bem como os seus percentuais de andamento.

Além disso, é realizada uma reunião mensal entre a engenheira e a empresa responsável pelo planejamento, onde são apresentados os relatórios e indicadores extraídos da plataforma referente ao último mês. A partir desses dados, é feita a análise do planejamento de médio prazo, referente aos próximos 3 meses de execução da obra. Ao longo dessa análise, são verificados: se o avanço físico está conforme o planejado, quais serviços estão em atraso, no prazo ou adiantados, como estão os indicadores de desempenho, quais são os próximos serviços a serem executados, e se necessário, são realizadas reprogramações de serviços e atualizado o planejamento de médio e curto prazo.

Através dessa plataforma, na aba de planejamento de médio prazo, é realizada pela engenheira a descrição das restrições dos serviços, indicando os responsáveis e as datas para eliminação das restrições, conforme pode ser visualizado na Figura 11. Com base em todos esses dados, a engenheira apresenta mensalmente os resultados dos indicadores e o andamento da obra para a diretoria da empresa.

Figura 11 - Painel médio prazo

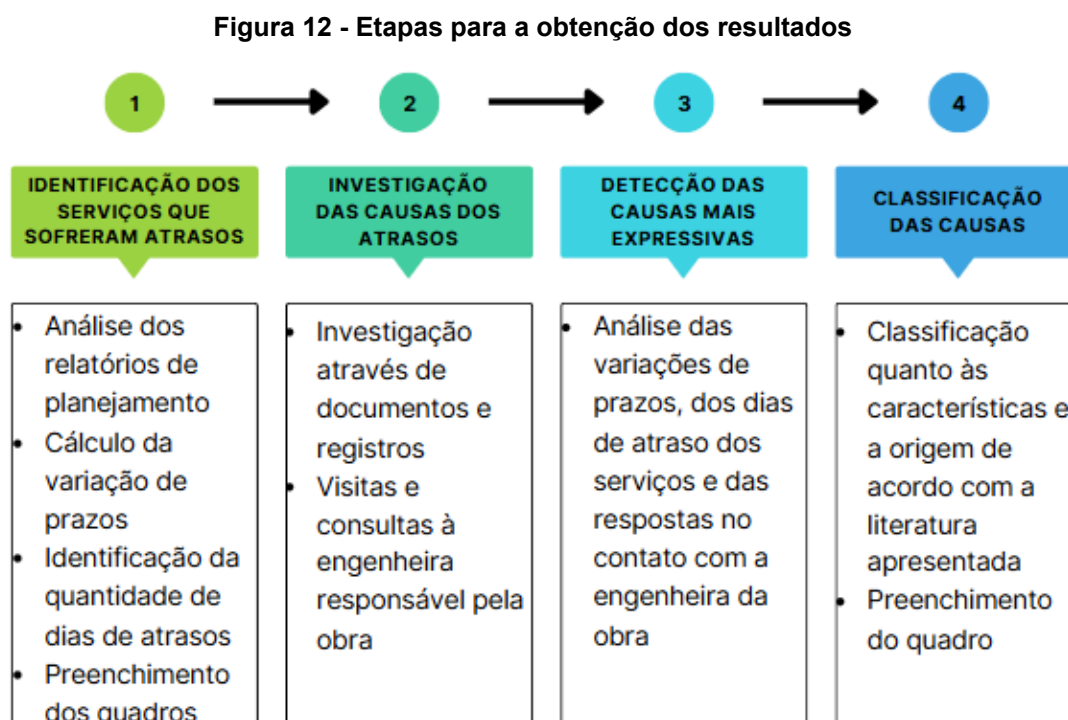


Unidade	Atividade	Tipo	Restrição	Primeira Limite	Limite
Garden e Tipos - Torre B	Esquadria de alumínio	Material	Coleta de Preços de Esquadrias de Alumínio e Vidro	11/04/23	05/04/23
Barrilete/Cob... - Torre B	Estrutura Reservatórios	Projeto	Entrega de prancha do projeto de estrutura do Áticos - Torre A e Torre B		07/07/23
Hall/Escada Torre A	Fiação Elétrica	Material	Solicitação Fiação telecom	21/06/23	17/07/23
Garden e Tipos - Torre A	Impermeabilizaç...	Material	Solicitação de material para impermeabilização	29/09/23	07/08/23

Fonte: Dados fornecidos pela Construtora (2023).

3.3 Métodos aplicados

Para alcançar o objetivo proposto neste trabalho, a organização da coleta e análise dos dados foi desenvolvida em quatro etapas, conforme a Figura 12. Em seguida serão apresentados os métodos que foram aplicados para alcançar cada etapa.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

3.3.1 Etapa 1: Identificação dos serviços que sofreram atrasos

Na primeira etapa, coletou-se todos os relatórios e planejamentos elaborados desde o início da obra até abril de 2024. Coletou-se o planejamento inicial e relatórios de controle elaborados pela própria engenheira da obra durante o primeiro ano de obra. E também, os relatórios emitidos pela plataforma Agilean, a partir do segundo ano de obra, momento em que a empresa terceirizada foi contratada pela construtora. Sendo assim, nesta etapa de pesquisa, reuniu-se todos os documentos referentes ao planejamento e controle de obra.

O foco desta pesquisa é analisar os serviços relacionados às etapas de: serviços preliminares, movimentação de terra, fundações, superestrutura e alvenaria. Diante disso, foi realizada uma análise dos documentos gerados desde fevereiro de 2022, onde começou a etapa de serviços preliminares, até a data de

abril de 2024, quando foi concluída a última etapa avaliada, a etapa de alvenaria. Durante a análise dos documentos, foram investigadas as datas previstas e realizadas das atividades, os percentuais de avanço físico previstos e realizados, os indicadores de desempenho e as intercorrências e considerações destacadas de cada mês, a fim de identificar em quais serviços havia ocorrido um atraso e a quantidade de dias de atrasos.

Em seguida, foi realizada uma avaliação geral da obra, através dos indicadores e percentuais registrados. Foram organizados no Quadro 05, todos os percentuais previstos e realizados e as etapas que estavam sendo executadas em cada mês. Após isso, foi feito o cálculo da variação entre o avanço realizado e o planejado, utilizando o indicador de desempenho citado no item 2.1.3.4 da fundamentação teórica, referente a Variação de Prazo (VPr). Entretanto, foi feita uma adaptação desse indicador, onde ao invés de utilizar o Valor Agregado (VA) e Valor Planejado (VP) referente aos custos, foi utilizado o VA e VP referente ao avanço físico da obra, conforme a Equação 5.

$$\text{Variação de prazo} = \text{Avanço físico realizado} - \text{Avanço físico planejado} \quad (5)$$

Com base nisso, foi observado o resultado da Variação de Prazo, seguindo a metodologia de interpretação de dados apresentada para este indicador na fundamentação teórica. Portanto, foi classificado da seguinte forma: se o VPr for maior que zero, o serviço está adiantado, se o VPr for igual a zero, o serviço está conforme o prazo estabelecido, e por fim, se o VPr for menor que zero, o serviço está atrasado.

Quadro 05 - Análise geral da obra e identificação da variação de prazo

MÊS E ANO	AVANÇO FÍSICO PREVISTO (%)	AVANÇO FÍSICO REALIZADO (%)	VARIAÇÃO DE PRAZO (VPR)	CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO DE PRAZO (ADIANTADO OU ATRASADO)	ETAPAS EXECUTADAS

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Por fim, nesta etapa, foi preenchido o Quadro 06, onde foram listados os serviços de cada etapa, distinguindo aqueles que apresentaram atrasos e aqueles

que foram executados no prazo. Além disso, foram organizados no mesmo quadro, a quantidade de dias de atraso ocorridos em cada serviço.

Quadro 06 - Identificação dos serviços que sofreram atraso

SERVIÇO	DIAS DE ATRASO	SITUAÇÃO (ATRASADO OU EXECUTADO NO PRAZO)

Fonte: Elaboração Própria (2024).

3.3.2 Etapa 2: Investigação das causas dos atrasos

Nesta etapa, foi feita a investigação das causas através de documentos, como: relatórios, apresentações de reuniões mensais e registros. E também, observação direta, incluindo visitas à obra e consultas à engenheira responsável para obtenção das informações.

Desta forma, nas consultas à engenheira da obra, foram pontuados os serviços onde foram encontrados atrasos, o número de dias de atrasos identificados, as variações de prazos e as demais informações obtidas a partir da análise dos documentos e registros. Com base nessas informações, os atrasos e suas causas foram confirmados com a engenheira da obra. Para os atrasos cujas causas ou número de dias não foram identificados através dos documentos analisados, foram feitas perguntas à engenheira para obter essas informações. Também foi solicitada durante conversas a sua opinião sobre os impactos das causas no andamento da obra e às estratégias que seriam adotadas para entregar a obra no prazo.

3.3.3 Etapa 3: Detecção das causas mais expressivas

Para a investigação das causas que foram mais expressivas, foram observadas quais delas representam um maior impacto no andamento da obra, através dos dias de atrasos identificados e das respostas obtidas nas conversas com a engenheira responsável.

3.3.4 Etapa 4: Classificação das causas

Por fim, na quarta etapa, foi feita a classificação dessas causas de acordo com as classificações apresentadas na fundamentação teórica. Neste contexto, as causas foram classificadas quanto à característica (desculpável ou não desculpável)

e quanto à origem, conforme a classificação elaborada por Fillipi (2017). Essa classificação foi escolhida por sua efetividade, uma vez que Fillipi (2017) realizou uma pesquisa abrangente e detalhada em diversas bibliografias para sua elaboração.

Na classificação quanto à origem proposta por Fillipi (2017), um dos grupos é denominado pelo autor como “consultores técnicos do empreendedor”, que neste trabalho se refere aos profissionais envolvidos na elaboração de projetos e documentações da obra. Além disso, o mesmo autor menciona um grupo como “efeitos e questões externas ao canteiro de obra”, os quais, neste estudo, são representados pelas chuvas. Dado que o empreendimento está localizado em Florianópolis, Santa Catarina, e considerando as condições climáticas da região, a chuva se destaca como o fator externo mais relevante a ser considerado. Por fim, com as informações das classificações obtidas, foi preenchido o Quadro 07.

Quadro 07 - Causas dos atrasos e suas classificações

SERVIÇO	DIAS DE ATRASO	SITUAÇÃO (ATRASADO OU EXECUTADO NO PRAZO)	CAUSA DO ATRASO	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CARACTERÍSTICA DA CAUSA	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM DA CAUSA

Fonte: Elaboração Própria (2024).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, os resultados desta pesquisa serão apresentados e discutidos, através de figuras, gráficos e tabelas, bem como suas análises e interpretações.

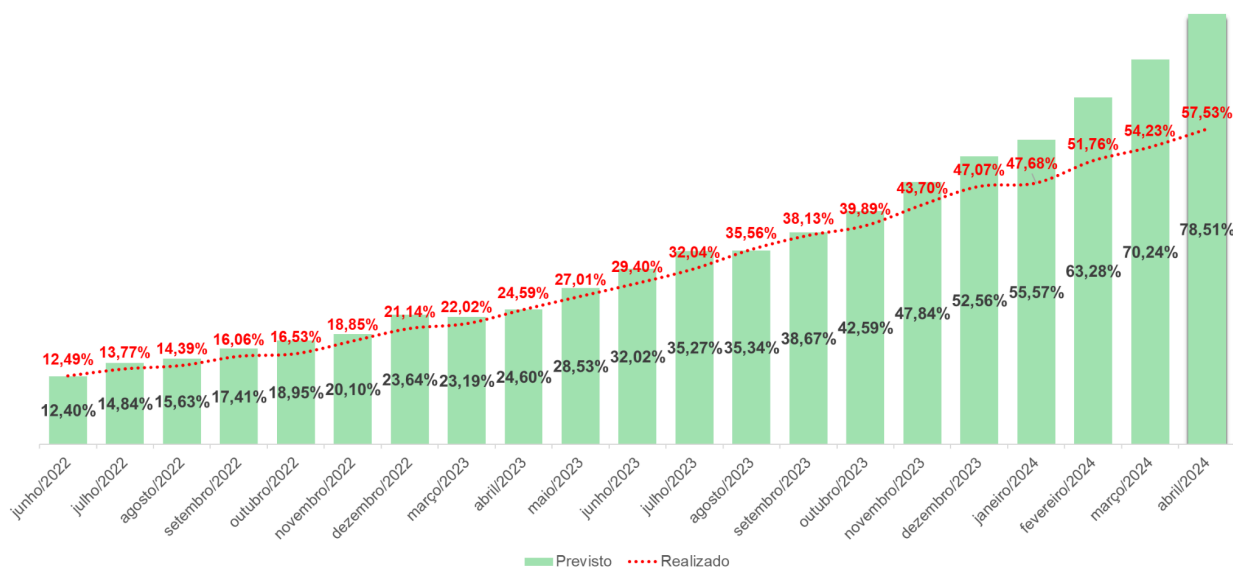
4.1 Análise geral da obra

Para uma avaliação do progresso da obra de forma geral, foram coletados os percentuais de avanço físico planejado e realizado desde o início da obra, até abril de 2024, quando foi finalizada a última etapa de serviço a ser considerada nesta pesquisa, a etapa de alvenaria. A partir dessas informações, foram calculadas as variações de prazo e indicadas as etapas que ocorreram em cada mês. Essas informações podem ser consultadas no Apêndice A deste trabalho.

Em abril de 2024, o avanço da obra atingiu 57,53%. Entretanto, de acordo com o previsto, até abril de 2024 a obra deveria ter alcançado 78,51% de progresso físico, conforme demonstrado no Gráfico 01. Como esse marco não foi alcançado, identificou-se uma variação de prazo de -20,98%, indicando um atraso significativo na execução da obra. Além disso, observa-se também, conforme evidenciado no Gráfico 01, que em grande parte dos meses o percentual previsto não é alcançado. Essa situação é atribuída aos atrasos ocorridos nos serviços e também ao “efeito dominó”, conforme explicado pela engenheira da obra. Ou seja, o atraso em uma atividade específica acarreta por consequência o atraso de suas atividades sucessoras.

Ainda através do Gráfico 01, percebe-se que apenas durante dois meses foi atingido o avanço físico planejado. No mês de junho de 2022, que foi o primeiro mês em que houve o registro de dados, onde estava sendo executada a movimentação de terra. E no mês de agosto de 2023, onde houve o início da execução das instalações. Para visualização dos serviços realizados em cada período, pode ser consultado o Apêndice A.

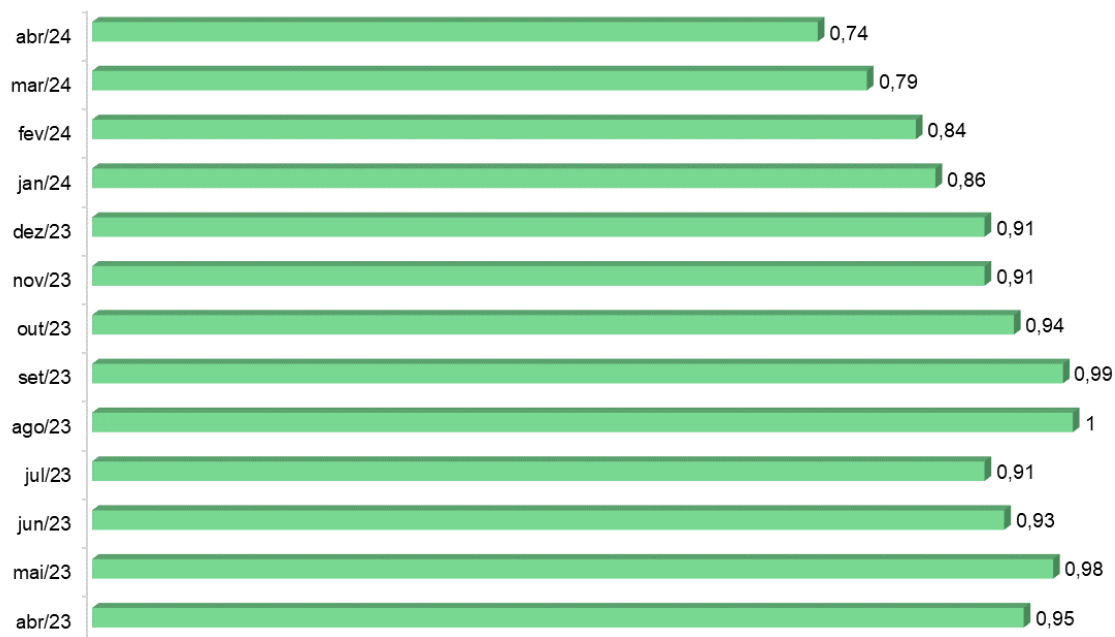
Gráfico 01 - Avanço Físico Previsto x Realizado



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Foi realizada também, uma análise do Índice de Desempenho de Prazo (IDP) fornecido pela empresa terceirizada. Embora essa empresa também forneça um indicador de Índice de Remoção de Restrições (IRR), apenas a engenheira estava utilizando essa opção do Agilean, os outros setores da empresa não estavam acompanhando e atualizando as datas das restrições da obra nesse sistema. Outro indicador fornecido é o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC), e durante análise foi observada uma desconformidade no preenchimento dos dados que produziam esse indicador. Devido à inadequação da alimentação desses dados, os indicadores de IRR e PPC da obra não serão analisados nesta pesquisa.

Analisando o histórico de índices de desempenho de prazo da obra, através do Gráfico 02, nota-se que em grande parte dos meses o IDP não alcança o valor ideal de 1, indicando a presença de atrasos nos serviços. Somente no mês de agosto de 2023 é observado um IDP igual a 1, o que demonstra o cumprimento do cronograma planejado. Apesar de ser utilizado para análise de prazos da obra, esse indicador é elaborado através de valor agregado e valor previsto com relação aos custos da obra, conforme evidenciado na fundamentação teórica desta pesquisa.

Gráfico 02 - Histórico de Índices de Desempenho de Prazo

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Após analisar o andamento da obra e o seu principal indicador de desempenho, observou-se que a média mensal de produção ao longo dos meses de junho de 2022 a abril de 2024 é de 2,25%, enquanto a média mensal planejada era de 3,31%. Esses valores foram obtidos através de dois cálculos. Primeiro, foram calculados os percentuais de produção previstos e realizados para cada mês. Por exemplo, em junho de 2022, o avanço físico previsto era de 12,40% (Gráfico 01), e em julho, era de 14,84% (Gráfico 01), resultando em uma expectativa de produção de 2,44% entre esses dois meses. Com base nos valores encontrados para cada mês, foram calculadas as médias de produção planejadas e realizadas, somando os percentuais correspondentes de produção, e dividindo pelo total de meses analisados.

Além disso, percebe-se que houveram atrasos nos serviços desde o início da obra, o que impactou diretamente na variação de prazo registrada no mês de abril de 2024. Ademais, a empresa encarregada pelo planejamento da obra indicou que, caso a obra se mantenha nesse mesmo ritmo de progresso, é previsto um atraso de 81 dias na conclusão do empreendimento. Apesar dessa projeção de atraso, a obra ainda será entregue dentro do prazo estabelecido para os clientes, pois a construtora conta com uma margem de segurança, ou seja, um *buffer* de 90 dias,

um tempo adicional reservado para lidar com os possíveis contratempos que possam afetar o cronograma da obra.

4.2 Causas dos atrasos identificados

Foram identificadas 26 causas de atrasos nas etapas dos serviços analisados. O resumo das causas, a quantidade de dias de atrasos e classificações correspondentes podem ser consultados no Apêndice B deste trabalho. A seguir serão apresentadas as causas ocorridas em cada etapa.

4.2.1 Serviços Preliminares

Na etapa de serviços preliminares foi identificado um atraso de 62 dias. No entanto, esse atraso não ocorreu durante a execução de um serviço específico, mas sim na mobilização da equipe para o início da obra. A construtora havia planejado começar a obra em dezembro de 2021, porém, o atraso ocorreu devido a falta de planejamento e antecipação na contratação das equipes, resultando na indisponibilidade da engenheira responsável pela execução e da equipe terceirizada de mão de obra para iniciar no final daquele ano.

Com isso, a construtora reprogramou-se, e os serviços no canteiro começaram em fevereiro de 2022. Apesar dessa modificação da data de início, o prazo de entrega do empreendimento, previsto para novembro de 2024, não foi alterado. Evidencia-se que como houve essa reprogramação das fases iniciais, foi considerado como base o novo planejamento da obra para análise dos atrasos das demais etapas.

4.2.2 Movimentação de terra

Para a execução dos dois pavimentos subsolos deste empreendimento foi necessário realizar a escavação do terreno. Para viabilizar a escavação, foi executada a contenção do terreno através do sistema de parede diafragma com tirantes, de acordo com a Figura 13. Embora a construtora já tivesse utilizado esse sistema de contenção em outras obras, neste empreendimento foi necessário

executar 240 tirantes provisórios, uma quantidade significativamente maior do que a construtora estava habituada.

Inicialmente, com base na experiência da construtora, estimou-se que a conclusão de toda etapa de movimentação de terra demandaria 7 meses, ocorrendo de fevereiro a agosto de 2022. O mês de julho estava destinado à execução dos tirantes e ao início da escavação, enquanto agosto estava reservado para a finalização desse processo de escavação.

Devido a contratempos durante o trabalho, a execução de tirantes estendeu-se por três meses, em vez de um mês, o que atrasou a conclusão da escavação. Isso resultou em um atraso de 60 dias com relação ao cronograma previsto para a fase de movimentação de terra. Com esse atraso, houve a necessidade de reprogramar as próximas atividades, uma vez que estavam diretamente ligadas à finalização desta etapa.

Figura 13 - Parede diafragma com tirantes



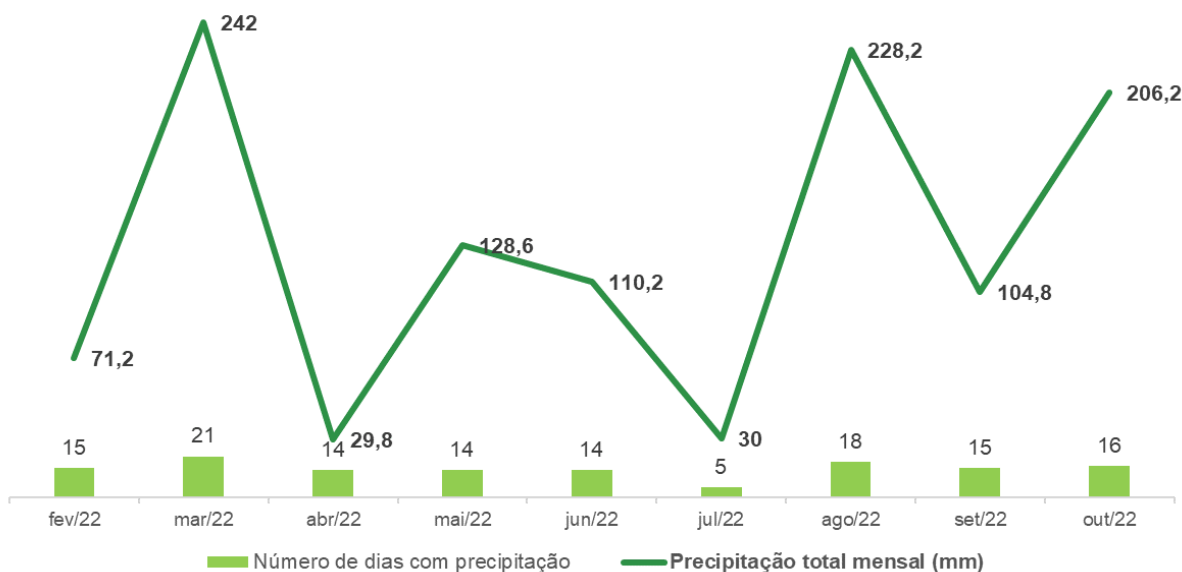
Fonte: Imagens fornecidas pela Construtora (2024).

Para a execução dos tirantes, durante conversa realizada com a engenheira responsável pela obra, foi mencionado que as seguintes etapas foram executadas: a

perfuração do solo, o posicionamento da armadura, a injeção de calda de cimento e espera de sete dias para sua cura, a protensão do tirante e por fim, a escavação de um trecho do terreno. Durante a protensão, era verificado se a carga especificada no projeto para aquele tirante foi alcançada. Quando a carga não era atingida, era necessário injetar novamente a calda de cimento e aguardar mais uma vez o período de cura antes de prosseguir com a protensão e escavação. Um dos principais motivos para o atraso da conclusão da parede diafragma foi a necessidade de reinjeção em 11 tirantes, devido às condições do solo.

Outras causas também contribuíram para o atraso dessa etapa, sendo destacado pela engenheira da obra as condições climáticas como um fator crucial. Os dias chuvosos geraram dificuldades na produção, e por vezes, levaram à paralisação dos serviços. A movimentação de terra, realizada entre fevereiro e outubro de 2022, enfrentou períodos chuvosos conforme evidenciado no Gráfico 03, reforçando a causa de atraso mencionada pela engenheira.

Gráfico 03 - Chuvas registradas no período de fevereiro à outubro de 2022



Fonte: Dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (2024).

Por meio do Gráfico 03 percebe-se que o mês de março se destacou com um alto volume de chuvas registrados durante 21 dias, afetando o ritmo esperado das atividades. Além disso, observou-se um número considerável de dias chuvosos nos meses de maio, junho e setembro. No entanto, foram nos meses de agosto e outubro que ocorreu um aumento notável na precipitação mensal, coincidindo com a

fase crítica de execução de tirantes e escavação, que já enfrentava desafios técnicos na sua execução.

Adicionalmente, outras causas pontuais também impactaram nos atrasos. Isso inclui a falta de energia elétrica em determinados momentos no bairro, e falhas nos equipamentos utilizados para o serviço.

4.2.3 Fundação

A fundação do empreendimento foi executada por uma empresa terceirizada, utilizando o sistema de estacas de hélice contínua, totalizando a execução de 242 estacas. Também, dentro dessa etapa, foi considerada a execução de 55 blocos de coroamento, realizados pela empreiteira contratada para essa obra.

Inicialmente, a engenheira planejava executar a estaca hélice contínua em agosto de 2022, considerando que, devido à extensão do terreno, essa etapa poderia ocorrer simultaneamente à finalização da escavação. No entanto, em decorrência do atraso na execução dos tirantes e escavação do terreno, o serviço foi reprogramado para começar em setembro de 2022. Esperava-se que essa fase durasse apenas um mês, mas acabou se estendendo até outubro de 2022, resultando em um atraso de 60 dias com relação ao cronograma inicial.

Dentre as principais causas desse atraso destacam-se a demora na conclusão da etapa de escavação, já que a execução da estaca hélice dependia diretamente disso, e ambos os processos estavam em andamento simultaneamente no canteiro. Apesar dessa causa significativa, a engenheira da obra ressaltou que o maior impacto no atraso desta etapa foi devido às chuvas intensas durante esse período.

Como o serviço é realizado ao ar livre, em muitos dias as atividades tornaram-se impraticáveis devido às condições do solo causadas pela chuva (Figura 14), aumentando o risco de atolar o equipamento utilizado para executar a estaca. Para evitar danos ao equipamento, a empresa terceirizada optou por não realizar o serviço nos dias de chuvas fortes.

Figura 14 - Execução de estaca hélice contínua

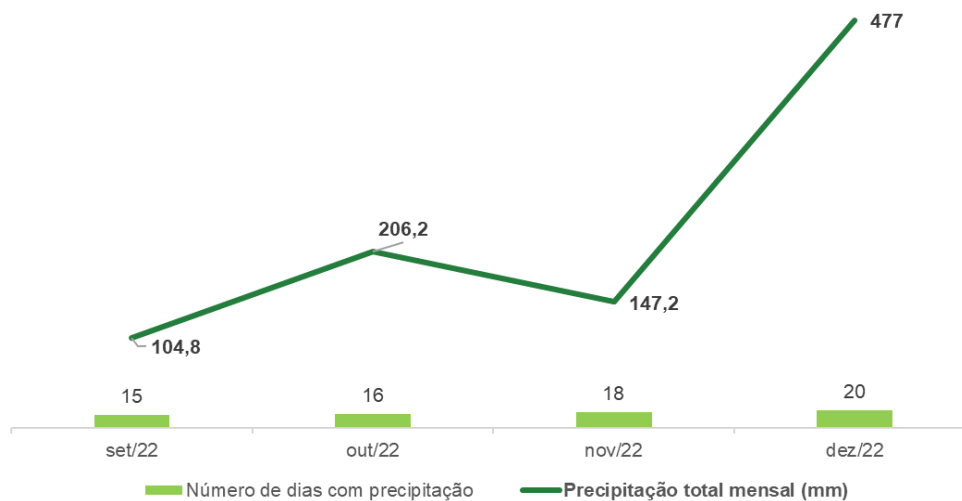


Fonte: Imagens fornecidas pela Construtora (2024).

A execução dos blocos de coroamento estava prevista para começar em setembro de 2022, após a conclusão das estacas, com uma duração de 45 dias. No entanto, devido aos atrasos na execução das estacas, os serviços foram reprogramados. O início da execução dos blocos foi adiado para 24/10/2022 e a conclusão ocorreu em 31/12/2022, resultando em um atraso de 61 dias.

Além do atraso na etapa anterior, outras causas contribuíram para o atraso na execução dos blocos. Destacam-se a falta de material devido a paralisação de rodovias que aconteceu no mês de outubro, por conta das eleições no país, e as chuvas intensas ocorridas neste período. Ademais, a engenheira ressaltou que a escassez de mão de obra, especialmente armadores e carpinteiros, foi um fator crucial que prejudicou a eficiência dos trabalhos.

Com base na análise das chuvas ocorridas no período de execução da fundação, conforme apresentado no Gráfico 04, identifica-se que de setembro a dezembro de 2022 Florianópolis enfrentou um elevado volume de chuvas e um grande número de dias chuvosos. Esses dados corroboram com a causa mencionada pela engenheira da obra. A constatação foi baseada nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia, evidenciando especialmente o mês de dezembro, que registrou um volume alto de chuvas.

Gráfico 04 - Chuvas registradas no período de setembro à dezembro de 2022

Fonte: Dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (2024).

4.2.4 Superestrutura

O empreendimento foi construído com estrutura de concreto armado e protendido, sendo: a laje de contrapiso armado com piso polido no segundo subsolo, lajes nervuradas no primeiro subsolo, térreo e mezanino, lajes protendidas nos pavimentos tipos e pavimentos de lazer, e lajes maciças nas coberturas e nos reservatórios. Evidencia-se também, que com exceção do aço dos blocos de coroamento, todo o restante do aço utilizado na obra foi adquirido já cortado e dobrado.

No planejamento inicial da engenheira, havia sido previsto iniciar a etapa de superestrutura em outubro de 2022, após a finalização dos blocos de coroamento. Porém, como houve o atraso na execução dos blocos, essa etapa iniciou somente em janeiro de 2023. Quanto à finalização desta etapa, estimava-se finalizá-la em setembro de 2023, mas foi concluída somente em dezembro de 2023, totalizando um atraso de 95 dias.

Durante a revisão de documentos desta fase, foi possível identificar por meio dos relatórios fornecidos pela empresa encarregada do planejamento, as datas previstas e realizadas para a estrutura dos pavimentos tipos, lazer e reservatório das duas torres, conforme apresentado no Quadro 08. No entanto, notou-se a falta dos dados completos referentes aos pavimentos: subsolos, térreo, mezanino, 2º e 3º

pavimento. Apesar dessa ausência, foi possível realizar uma análise do quanto atrasou esta etapa e identificar as causas do atraso.

Quadro 08 - Previsto x Realizado da etapa de superestrutura

PAVIMENTO	DATA INÍCIO PREVISTO	DATA TÉRMINO PREVISTO	DATA INÍCIO REALIZADO	DATA TÉRMINO REALIZADO	DIFERENÇA DE PRAZO DE INÍCIO (DIAS)	DIFERENÇA DE PRAZO TÉRMINO (DIAS)
4º PAV. TORRE A	08/05/2023	26/05/2023	29/05/23	13/06/23	21	18
4º PAV. TORRE B	15/05/2023	02/06/2023	13/06/23	23/06/23	29	21
5º PAV. TORRE A	19/05/2023	09/06/2023	19/06/23	07/07/23	31	28
5º PAV. TORRE B	26/05/2023	16/06/2023	26/06/23	17/07/23	39	31
6º PAV. TORRE A	02/06/2023	26/06/2023	11/07/23	25/07/23	36	29
6º PAV. TORRE B	12/06/2023	30/06/2023	18/07/23	07/08/23	42	38
7º PAV. TORRE A	19/06/2023	07/07/2023	31/07/23	18/08/23	42	42
7º PAV. TORRE B	26/06/2023	14/07/2023	07/08/23	25/08/23	49	42
PAV. LAZER TORRE A	03/07/2023	11/08/2023	21/08/23	22/09/23	49	42
PAV. LAZER TORRE B	10/07/2023	18/08/2023	28/08/23	22/09/23	49	35
RESERVATÓRIO TORRE A	14/08/2023	01/09/2023	13/11/23	11/12/23	91	101
RESERVATÓRIO TORRE B	21/08/2023	11/09/2023	13/11/23	15/12/23	84	95

Fonte: Adaptado de dados fornecidos pela construtora (2024).

Conforme demonstrado no Quadro 08, a previsão inicial da engenheira era de concluir o ciclo de laje de um pavimento tipo, em média, a cada 7 dias, no entanto, isso não se concretizou na maioria dos pavimentos. Nota-se também, uma diferença nos prazos de início e término em todos os pavimentos, devido a dependência das atividades, na qual, por exemplo, a execução da estrutura do 5º pavimento depende diretamente da conclusão da estrutura do pavimento anterior.

O atraso de 61 dias na conclusão do bloco de coroamento teve um impacto direto no início da superestrutura, sendo uma das principais causas do atraso. Além disso, o atraso desta etapa teve causas significativas relacionadas ao empreiteiro, como a escassez de mão de obra, especialmente de armadores e carpinteiros, e a prática cultural dos trabalhadores terceirizados de encerrar o expediente ao meio-dia nas sextas-feiras.

Outra causa destacada pela engenheira da obra refere-se às lajes protendidas. Na visão dela, essas lajes estavam super dimensionadas, com excesso tanto de armaduras de aço quanto de cabos de protensão. Inicialmente, estimava-se

que o posicionamento dos cabos de protensão levaria apenas meio período de um dia, porém devido a grande quantidade de cabos, esse processo demandava, no mínimo, um dia e meio.

Além disso, uma causa adicional relacionada às lajes pretendidas que resultou em retrabalho significativo e, conseqüentemente, em atrasos, foi a furação na laje para passagem de tubulações hidrossanitárias. Embora houvesse um projeto detalhando o diâmetro e a posição desses furos, muitos deles não estavam compatíveis com o restante do projeto. Isso foi especialmente evidente em pontos como os drenos de ar condicionado, ralos para o sistema de paisagismo e furações nos apartamentos personalizados, nos quais os clientes haviam solicitado mudanças nos pontos de ralos, ar condicionado e esgoto. Além da falta de compatibilização de projetos, alguns furos foram demarcados incorretamente pela equipe de mão de obra antes da concretagem das lajes.

Devido às incompatibilidades nos furos realizados, tornou-se necessário realizar furações na laje pretendida após a sua conclusão. Este processo é extremamente delicado devido ao risco de danificar os cabos. Embora haja um projeto detalhando a posição dos cabos, não se pode garantir com 100% de precisão a sua localização, pois pequenas alterações podem ocorrer durante a montagem e concretagem da laje.

Diante dessa necessidade, foi contratada uma empresa terceirizada especializada em furação. A equipe técnica da obra então demarcava o local dos furos, considerando a posição dos cabos pretendidos informados no projeto. Mesmo com essa consulta ao projeto, ocorreram casos de cabos rompidos durante o processo. Com essa situação, e considerando que há um custo alto para a troca de um cabo rompido da laje, a engenheira responsável pela obra contactou a empresa terceirizada que executou a laje pretendida, e eles informaram que possuíam um equipamento capaz de identificar a localização precisa dos cabos.

Assim, sempre que era necessário fazer um novo furo, a empresa era acionada para levar o equipamento, e demarcar em vermelho na laje onde estavam esses cabos, conforme mostrado na Figura 15. E em seguida, a empresa responsável pela furação realizava o procedimento.

Figura 15 - Demarcação da posição dos cabos protendidos da laje



Fonte: Imagens fornecidas pela construtora (2024).

Contudo, o impacto causado pela incompatibilidade nos furos da laje protendida resultou em retrabalho, custos e atrasos no cronograma da obra. Sendo que diante da necessidade de novas furações, foram adotadas medidas cuidadosas para evitar danos aos cabos de protensão. Ademais, em outubro de 2023, outra causa contribuiu para o atraso da etapa de superestrutura: a interrupção das atividades da obra por 10 dias, devido a questões documentais do canteiro de obras.

4.2.5 Alvenaria

As paredes em alvenaria do empreendimento foram executadas com blocos cerâmicos, blocos de concreto celular e blocos de concreto. Para este serviço a construtora dispõe de um projeto específico, indicando onde deve ser utilizado cada tipo de bloco.

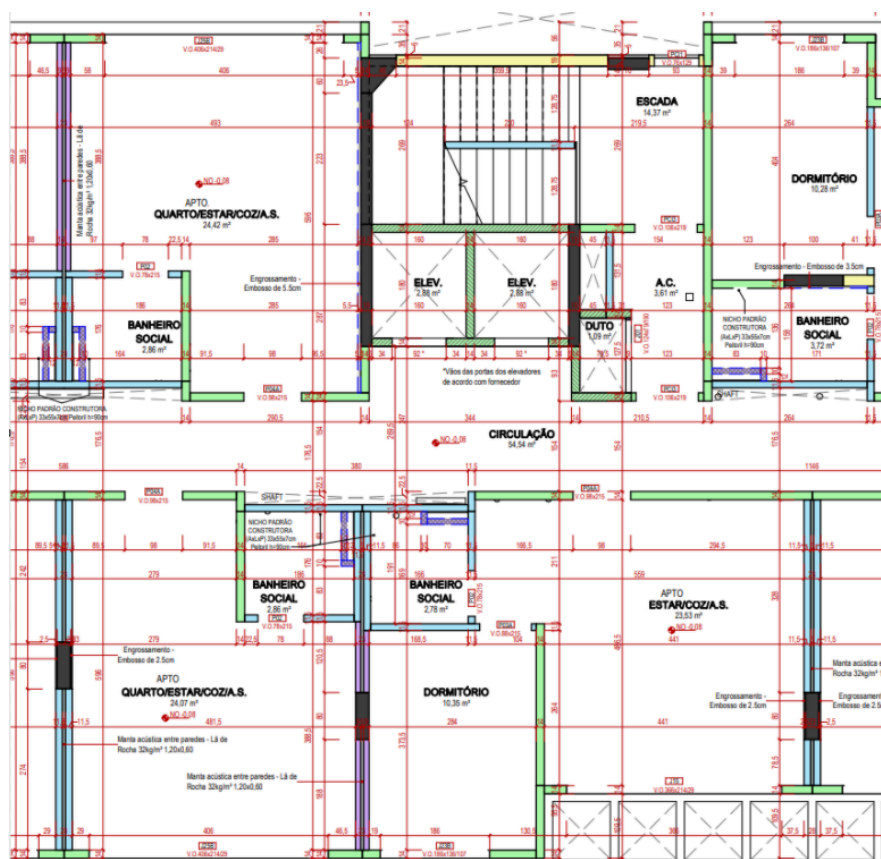
A etapa de alvenaria teve início no mês de julho de 2023, com a expectativa de ser concluída até dezembro do mesmo ano. No entanto, foi finalizada apenas em abril de 2024, apresentando um atraso de 121 dias com relação ao planejado.

Esse atraso pode ser atribuído, em grande parte, ao atraso na fase de superestrutura, que antecede a etapa de alvenaria. No entanto, a engenheira destacou que a principal causa de atraso desta etapa foi relacionada à mão de obra, principalmente a escassez de trabalhadores qualificados, sendo esse item um grande desafio para a obra.

O empreiteiro terceirizado tinha um número limitado de pedreiros qualificados e optou por distribuí-los entre as suas obras, resultando em uma disponibilidade limitada de mão de obra qualificada para a execução de alvenaria nesta obra específica. Associado a isso, encontra-se também a causa de baixa produtividade da mão de obra, assim como a tradição cultural de encerrar o expediente ao meio-dia nas sextas-feiras, trazendo um impacto negativo na produtividade geral da equipe.

Entretanto, a engenheira também atribui a baixa produtividade durante esta etapa ao fato de que a obra possui uma variedade considerável de tipologias de blocos, o que complica a logística e reduz a eficiência do canteiro. Essa questão é ilustrada pelas Figuras 16 e 17, onde observa-se que em um apartamento contém de quatro a cinco tipologias distintas de blocos.









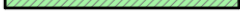



Figura 16 - Planta baixa alvenaria



Fonte: Dados fornecidos pela Construtora (2024).

Figura 17 - Legenda de tipologias de blocos

LEGENDA PAREDES

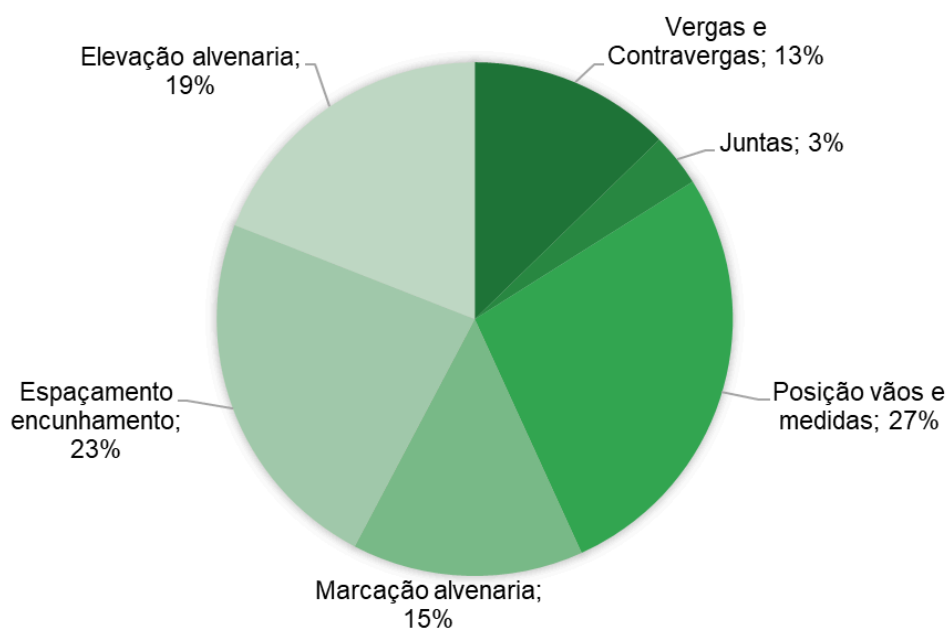
	Bloco Cerâmico 9cm
	Bloco Cerâmico 11.5cm
	Bloco Cerâmico 14cm
	Bloco Cerâmico 17cm
	Bloco Cerâmico 19cm
	Bloco Siporex 10cm
	Bloco Siporex 14cm
	Bloco Concreto Recuperado 14cm
	Bloco Concreto 19cm
	Isolamento Acústico
	Mochetas
	Bloco preenchido com Vermiculita - Paredes Isolamento Acústico - Verificar Projeto Específico

Fonte: Dados fornecidos pela Construtora (2024).

Atrelado à baixa qualidade da mão de obra, houve retrabalho relacionado à correção de não conformidades nos serviços desta etapa. A não conformidade

refere-se a situações em que o serviço entregue não atende ao padrão de qualidade de recebimento, gerando a necessidade de correções. Foram registradas pela equipe técnica da obra 331 não conformidades na etapa de alvenaria. Como demonstrado no Gráfico 05, um grande percentual dessas não conformidades envolveu problemas na posição e medidas dos vão, assim como no espaçamento e encunhamento, elevação e marcação das alvenarias.

Gráfico 05 - Não conformidades em alvenaria



Fonte: Dados fornecidos pela Construtora (2024).

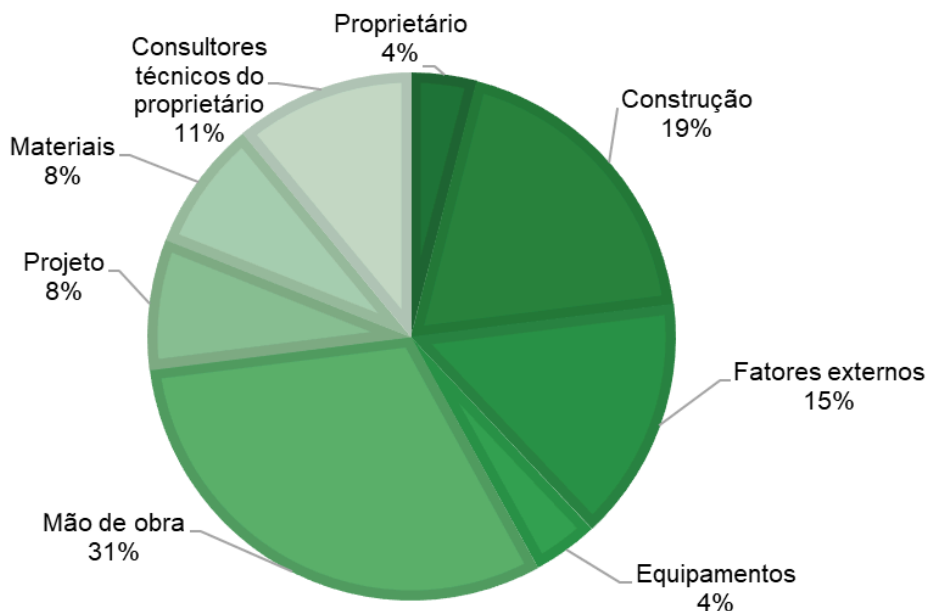
Entre as não conformidades identificadas, destacam-se que nem todas as situações de retrabalho foram atribuídas à qualificação da mão de obra. Um exemplo identificado foi a execução incorreta da alvenaria de dois apartamentos no 4º pavimento, um na torre A e outro na torre B. Esses problemas ocorreram pois ambos os apartamentos tinham alvenaria personalizada, e o projeto específico foi liberado somente após a equipe da obra já ter executado estes apartamentos seguindo o projeto padrão do empreendimento.

É importante ressaltar que a correção das não conformidades mencionadas foi essencial para garantir que os serviços estivessem de acordo com os padrões estabelecidos pela construtora. No entanto, essas correções também tiveram um impacto significativo no cronograma da obra. Além disso, o cronograma foi afetado pela mesma causa já ocorrida na etapa de superestrutura: a paralisação de 10 dias da obra em outubro de 2023, devido a questões documentais.

4.3 Análise e discussão dos resultados

A partir dos resultados apresentados, observa-se que os atrasos na obra foram causados por uma variedade de fatores, com características e origens distintas. Conforme o Gráfico 06, nota-se que a origem das causas dos atrasos está predominantemente associada à mão de obra, que contribui com 31% dos casos. Em seguida, fatores externos, representam 15%, evidenciando a influência da chuva, principalmente nas etapas iniciais da obra. Além disso, 19% das causas foram atribuídas ao grupo construção. Dentro desse grupo, inclui-se a causa associada à reinjeção de calda de cimento nos tirantes, uma vez que está diretamente relacionada às condições do solo. Também no grupo construção, foram contabilizadas as causas de atrasos em etapas anteriores, que não foram adotadas medidas para recuperar o cronograma e evitar o impacto nas fases seguintes. Ressalta-se também, que 11% das causas têm origem em consultores técnicos do proprietário, onde houveram situações de falhas na execução de projetos e controle de documentos que impactaram de forma negativa no andamento da obra.

Gráfico 06 - Classificação quanto a origem da causa



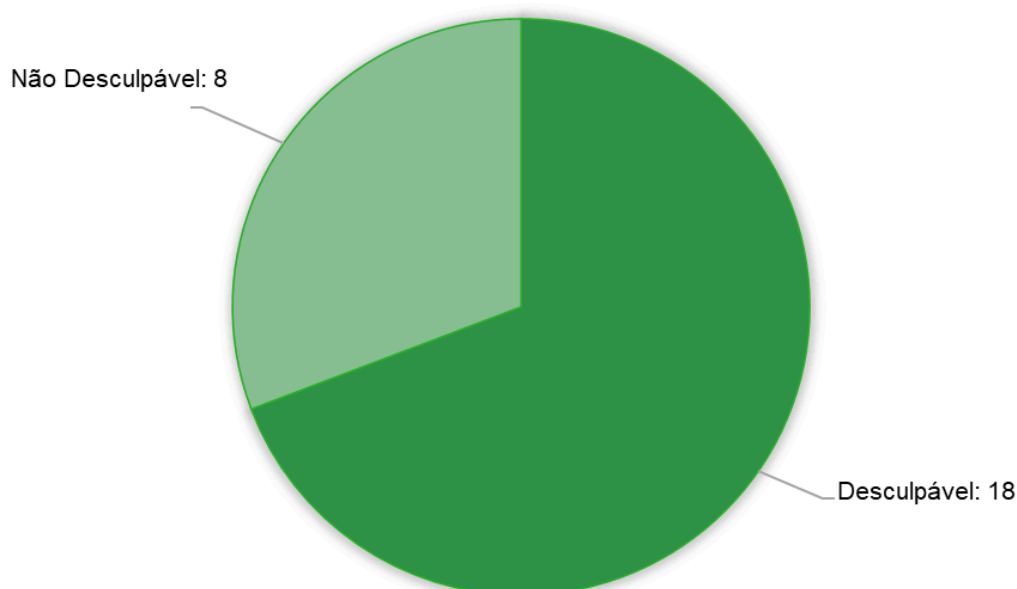
Fonte: Elaboração Própria (2024).

Já na classificação quanto à característica da causa, de acordo com o Gráfico 07, foram identificadas 18 causas como desculpáveis e 8 causas como não

desculpáveis. Destaca-se que conforme explanado na fundamentação teórica, essa classificação se baseia na relação das causas com a mão de obra (empreiteiro).

Isso demonstra que grande parte das causas estavam além do controle do empreiteiro, retratando a complexidade, imprevisibilidade e os desafios que podem ocorrer em uma obra de um edifício. Apesar de haverem causas não desculpáveis, não ocorreu nesta obra a troca do empreiteiro e nenhum tipo de multa ou penalidade, uma vez que esse empreiteiro já executou outras obras para esta construtora, e entende-se por parte da engenheira da obra e da construtora, que algumas causas relacionadas a mão de obra são um problema geral da construção civil, e não somente deste empreiteiro.

Gráfico 07 - Classificação quanto à característica da causa



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Embora o número de causas não desculpáveis seja menor, a engenheira destacou durante as conversas que as causas relacionadas à mão de obra possuem uma grande expressividade para os atrasos. Ela mencionou que, contava que não houvessem nessa obra causas de atraso relacionadas a mão de obra, já que em conversas com o empreiteiro desde o início da obra, esperava-se um número maior de pessoas e uma mão de obra mais qualificada e produtiva.

Com os resultados obtidos e com base no contato realizado com a engenheira, identificaram-se cinco causas mais expressivas. Entre elas, a reinjeção de calda cimento nos tirantes se destacou, pois foi o principal fator para o atraso de 60 dias da movimentação de terra. A constante necessidade de aguardar a cura para prosseguir, gerou atrasos a cada trecho onde a intervenção era necessária e incertezas com relação ao planejamento.

As fortes chuvas durante as fases iniciais também tiveram um impacto expressivo, ocorrendo frequentemente, fazendo com que muitas vezes todos os serviços fossem paralisados. Isso comprometeu significativamente a produtividade e dificultou a tentativa de recuperar os dias atrasados.

A falta de compatibilização dos projetos de instalações com os furos da laje pretendida também teve um impacto significativo, resultando em atraso e retrabalho, além de custos para identificar a posição dos cabos e executar novos furos na laje. A engenheira mencionou que essa situação persistiu mesmo após a conclusão da etapa de estrutura, pois durante a execução das instalações, foram encontrados furos em locais incorretos.

Outra causa relevante foi a paralisação de 10 dias da obra devido a questões documentais, que ocorreu em outubro de 2023. Isso foi particularmente problemático porque, em agosto de 2023, quando as instalações começaram, havia um esforço para recuperar o cronograma. A paralisação em outubro resultou em uma variação de prazo notável e indicadores de desempenho insatisfatórios.

Por fim, a engenheira destacou que a escassez de mão de obra foi uma causa expressiva de atraso, afetando principalmente as etapas de estrutura e alvenaria. A dificuldade em obter o número adequado de trabalhadores qualificados agravou os atrasos, tornando cada vez mais difícil retomar o cronograma.

Vale destacar que, apesar de ter sido registrado 62 dias de atraso na etapa de serviços preliminares, a causa relacionada à mobilização da equipe para início da obra não foi considerada uma das mais expressivas. Entendeu-se a partir do contato com a engenheira, que foi elaborado um novo planejamento com base na nova data de início, e havia sido verificado que era possível concluir a obra dentro do prazo

estabelecido, mantendo ainda um *buffer* de 90 dias. Assim, as causas que afetaram mais o andamento da obra foram as que surgiram posteriormente a essa etapa.

Contudo, para garantir a entrega da obra no prazo, a engenheira mencionou que estão sendo implementadas algumas estratégias, como a antecipação de algumas etapas, incluindo serviços nas fachadas, preparações para o elevador, as instalações e o reboco. Além disso, será reforçada a mão de obra com a contratação de mais trabalhadores. No entanto, essa medida terá um custo adicional, impactando no orçamento final da obra. A engenheira considera que a adoção dessas medidas permitirá cumprir o prazo de entrega da obra, porém, há uma preocupação especialmente com o cliente que comprou o mobiliário. Isso porque para que o mobiliário seja instalado, os serviços de obra dentro do apartamento precisam ser finalizados com antecedência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

É possível observar através dos resultados obtidos neste estudo de caso que há uma semelhança entre as causas de atraso identificadas e as causas apresentadas na fundamentação teórica. Dentre elas destacam-se, o retrabalho devido a erros, abordado na pesquisa de Assaf e Al-Hejji (2006) e Filippi (2017), o atraso na tomada de decisões, conforme indicado no estudo de Cabrita (2008), às condições climáticas, apontadas nos estudos de Cabrita (2008) e Filippi (2017). No entanto, a escassez de mão de obra é a causa mais recorrente, evidenciada em diversos estudos, incluindo os de Assaf e Al-Hejji (2006), Bem (2008), Filippi (2017) e Barros *et al.* (2021).

Nota-se também, que houve um acúmulo de atrasos desde a etapa de movimentação de terra até a etapa de alvenaria. No entanto, é importante ressaltar que, apesar desse atraso acumulado, cada etapa apresentou atrasos específicos e isolados, os quais impactaram ainda mais o cronograma da obra.

Quanto aos desafios enfrentados neste trabalho, pode-se ressaltar a dificuldade para obter uma visualização global sobre o planejamento da obra. Isso ocorreu devido à diversidade de formatos dos documentos de planejamento e controle e ausência de um cronograma único. Além disso, observou-se uma deficiência no preenchimento de dados no sistema Agilean, o que impossibilitou a análise de indicadores importantes, como o IRR e o PPC. Outra limitação foi a impossibilidade de acessar os diários de obra, uma vez que a construtora alegou que esses documentos contêm dados relacionados a funcionários e, portanto, são tratados como informações restritas. Apesar dessas limitações, por meio dos documentos disponibilizados pela construtora e por consultas realizadas à engenheira, foi possível identificar os atrasos e alcançar os objetivos do trabalho.

Para mitigar os atrasos em obras futuras, recomenda-se a elaboração de um planejamento detalhado desde o início da obra, com o intuito de ter uma visão global da obra. Isso permite que a engenheira e a empresa de planejamento tenham tempo para elaborar em conjunto planos e cronogramas mais eficientes e que visem a

otimização da mão de obra, considerando a produtividade e quantidade de trabalhadores disponíveis. Ainda com relação ao planejamento e controle, é crucial a tomada de decisões e ações para recuperar o cronograma assim que os atrasos começam a se manifestar. Durante a execução da obra deste estudo de caso, observou-se um acúmulo de atrasos constante, onde as intervenções só foram pensadas após a variação de prazo atingir um valor alto. Esse atraso nas ações compromete a certeza de entrega dentro do prazo estabelecido e aumenta o risco dos efeitos do atraso, como de custos adicionais e multas contratuais.

Portanto, com os objetivos deste trabalho alcançados, espera-se que esse estudo ofereça contribuições para as construtoras na identificação e redução dos atrasos em obras. Compreender as causas desses atrasos representa uma vantagem significativa, permitindo que as empresas registrem essas informações e as utilizem como base para aprimorar o planejamento de obras futuras.

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Com o intuito de dar continuidade em estudos sobre atrasos em obras, a seguir serão apresentadas sugestões de trabalhos futuros.

- a) Analisar os impactos financeiros em decorrência de atrasos em obras similares, analisando custos adicionais, eventuais penalidades e o impacto no orçamento final da obra.
- b) Comparar as ferramentas e técnicas de controle de obra com foco nas estratégias de redução de atrasos, envolvendo a avaliação de métodos de gerenciamento e softwares de planejamento.
- c) Dar continuidade a estudos como este, ampliando a amostragem de obras, com a finalidade de identificar padrões específicos e causas recorrentes dos atrasos em obras que possuem o mesmo sistema construtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Nuno Miguel Cardoso. **Modelo de Estimação do Impacto dos Atrasos nos Custos de um Projecto**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

ASSAF, Sadi A.; AL-HEJJI, Sadiq. Causes of delay in large construction projects. **International journal of project management**, v. 24, n. 4, p. 349-357, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO9001**: Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos. 3 ed. Rio de Janeiro, 2015.

AVILA, Antonio Victorino; JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do controle e planejamento de empreendimentos**. Florianópolis: Autores, v. 1, 2013.

BALLARD, H.G. **The Last Planner System of Production Control**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Faculty of Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BARROS, João Victor; TAVARES, Ingrid Capistrano Pinto; BRANCO, Juliana Quinderé Carneiro Castelo; PINHEIRO, Davi Teixeira. Análise das principais causas do não cumprimento de metas em edifícios residenciais e comerciais. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, v. 12, p. 1-8, 2021.

BEM, Gabriel Moraes de. **Identificação dos fatores geradores de atraso em obras unifamiliares de alto padrão: estudo de caso**. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Gerenciamento de Obras de Edificações, Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

BERNARDES, Maurício Moreira S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637424/>. Acesso em: 24 out. 2023.

CABRITA, André Filipe Nunes. **Atrasos na construção: causas, efeitos e medidas de mitigação**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

CBIC. **Cresce dificuldade para contratar mão de obra qualificada na construção civil**. 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/cresce-dificuldade-para-contratar-mao-de-obra-qualificada-da-construcao/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CBIC. **Pib Brasil X Pib Construção Civil (Variação %)**. 2023. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/home/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

COELHO, Henrique Otto. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

COUTO, J. Pedro. **Incumprimento dos prazos na construção**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade do Minho, Braga, 2006.

CRUZ, Herbert Melo; SANTOS, Débora de Gois; MENDES, Ludmilson Abritta. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 49-65, 2018.

DE FILIPPI, Giancarlo Azevedo. **Método para planejamento da produção e gestão de prazos de empreendimentos imobiliários**. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FILIPPI, Giancarlo Azevedo De; MELHADO, Sílvio Burrattino. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 15, p. 161-173, 2015.

FORMOSO, Carlos Torres. **A knowledge based framework for planning house building projects**. University of Salford (United Kingdom), 1991.

FORMOSO, Carlos Torres; BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; OLIVEIRA, Luiz Fernando Menescal de; OLIVEIRA, Keller Augustus de. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Grupo GEN, 2022. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

HORMAN, Michael; KENLEY, Russell. Process dynamics: Identifying a strategy for the deployment of buffers in building projects. **International journal of logistics research and applications**, v. 1, n. 3, p. 221-237, 1998.

ISATTO, Eduardo Luís; FORMOSO, Carlos Torres; CESARE, Cláudia Monteiro de; HIROTA, Ercília Hitomi; ALVES, Thaís da Costa Lago. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. **Porto Alegre: SEBRAE-RS**, 2000.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction management and economics**, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

LIMMER, Carl Vicente. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. In: **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. 1997. p. 225-225.

MARCHIORI, Fernanda; CARVALHO, Michele Tereza M. **Conhecendo o orçamento de obras: Como tornar seu orçamento mais real**. Elsevier Brasil, 2019. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595150768/>. Acesso em: 23 out. 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MOURA, Camile Borges; FORMOSO, Carlos Torres. Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam a sua eficácia. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 3, p. 57-74, 2009.

NEALE, Richard H.; NEALE, David E. **Construction planning**. Thomas Telford, 1989.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas. In: **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 2007. p. 337-337.

OLIVIERI, Hylton; GRANJA, Ariovaldo; PICCHI, Flávio. O uso de indicadores na integração de níveis gerenciais em empresas de construção civil. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2014. p. 1147-1156.

PMI. **Guia PMBOK: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 7. ed. Pernambuco: PMI, 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

QUINQUIOLO, José Manoel. **Avaliação da eficácia de um sistema de gerenciamento para melhorias implantado na área de carroceria de uma linha de produção automotiva**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté, 2002.

SEBRAE. **E aí, vamos falar dos pequenos negócios na construção civil?** 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/e-ai-vamos-falar-dos-pequenos-negocios-na-construcao-civil,367882f83cfe8710VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 25 ago. 2023.

TRAUNER, Ted J.; MANGINELLI, William A.; P.E. J. Scott Lowe; NAGATA, MARK F.; FURNISS Brian J. **Construction delays: Understanding them clearly, analyzing them correctly**. Butterworth-Heinemann, 2009.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. Editora Atlas SA, 2007.

VARALLA, Ruy. Planejamento e controle de obras. **São Paulo: O Nome da Rosa**, v. 118, 2003.

VASCONCELOS, Ieda. **Construção civil cresce 1,1% e supera crescimento da economia nacional**. 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/ieda-vasconcelos-realiza-live-cbic-economia-nesta-sexta/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

VIEIRA, Hélio Flavio. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. Pini, 2006.

WILLIAMS, Terry. Assessing extension of time delays on major projects. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 1, p. 19-26, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2 ed. São Paulo: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Planilha de registro dos dados e variação de prazo

MÊS E ANO	AVANÇO FÍSICO PREVISTO (%)	AVANÇO FÍSICO REALIZADO (%)	VARIAÇÃO DE PRAZO (VPR)	CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO DE PRAZO (ADIANTADO OU ATRASADO)	ETAPAS EXECUTADAS
FEVEREIRO/2022	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	SERVIÇOS INICIAIS E MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
MARÇO/2022	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	SERVIÇOS INICIAIS E MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
ABRIL/2022	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
MAIO/2022	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
JUNHO/2022	12,40%	12,49%	0,09%	ADIANTADO	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
JULHO/2022	14,84%	13,77%	-1,07%	ATRASADO	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
AGOSTO/2022	15,63%	14,39%	-1,24%	ATRASADO	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
SETEMBRO/2022	17,41%	16,06%	-1,35%	ATRASADO	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E FUNDAÇÕES
OUTUBRO/2022	18,95%	16,53%	-2,42%	ATRASADO	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E FUNDAÇÕES
NOVEMBRO/2022	20,10%	18,85%	-1,25%	ATRASADO	FUNDAÇÕES
DEZEMBRO/2022	23,64%	21,14%	-2,50%	ATRASADO	FUNDAÇÕES
JANEIRO/2023	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	ESTRUTURA
FEVEREIRO/2023	-	-	-	AUSÊNCIA DE DADOS	ESTRUTURA
MARÇO/2023	23,19%	22,02%	-1,17%	ATRASADO	ESTRUTURA
ABRIL/2023	24,60%	24,59%	-0,01%	ATRASADO	ESTRUTURA
MAIO/2023	28,53%	27,01%	-1,52%	ATRASADO	ESTRUTURA
JUNHO/2023	32,02%	29,40%	-2,62%	ATRASADO	ESTRUTURA
JULHO/2023	35,27%	32,04%	-3,23%	ATRASADO	ESTRUTURA, ALVENARIA E IMPERMEABILIZAÇÃO DE CORTINAS
AGOSTO/2023	35,34%	35,56%	0,22%	ADIANTADO	ESTRUTURA, ALVENARIA E INSTALAÇÕES
SETEMBRO/2023	38,67%	38,13%	-0,54%	ATRASADO	ESTRUTURA, ALVENARIA E INSTALAÇÕES
OUTUBRO/2023	42,59%	39,89%	-2,70%	ATRASADO	ESTRUTURA, ALVENARIA E INSTALAÇÕES
NOVEMBRO/2023	47,84%	43,70%	-4,14%	ATRASADO	ESTRUTURA, ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS
DEZEMBRO/2023	52,56%	47,07%	-5,49%	ATRASADO	ESTRUTURA, ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS
JANEIRO/2024	55,57%	47,68%	-7,89%	ATRASADO	ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS
FEVEREIRO/2024	63,28%	51,76%	-11,52%	ATRASADO	ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS
MARÇO/2024	70,24%	54,23%	-16,01%	ATRASADO	ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS
ABRIL/2024	78,51%	57,53%	-20,98%	ATRASADO	ALVENARIA, INSTALAÇÕES E REVESTIMENTOS

APÊNDICE B - Planilha de resumo das causas de atrasos e classificações

SERVIÇO	DIAS DE ATRASO	SITUAÇÃO (ATRASADO OU EXECUTADO NO PRAZO)	CAUSA DO ATRASO	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CARACTERÍSTICA DA CAUSA	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM DA CAUSA
ETAPA: SERVIÇOS PRELIMINARES					
MOBILIZAÇÃO DA EQUIPE PARA INÍCIO DA OBRA	62 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 01: FALTA DE PROGRAMAÇÃO NA CONTRATAÇÃO DAS EQUIPES - INDISPONIBILIDADE DA ENGENHEIRA RESPONSÁVEL E DA EQUIPE DE MÃO DE OBRA PARA INÍCIO NA DATA PREVISTA	DESCULPÁVEL	GRUPO 02: PROPRIETÁRIO
INSTALAÇÃO DE GRUA	0	EXECUTADO NO PRAZO	-	-	-
INSTALAÇÃO DE ÁREAS DE VIVÊNCIA	0	EXECUTADO NO PRAZO	-	-	-
INSTALAÇÃO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO	0	EXECUTADO NO PRAZO	-	-	-
ETAPA: MOVIMENTAÇÃO DE TERRA					
EXECUÇÃO DE MURETA GUIA	0	EXECUTADO NO PRAZO	-	-	-
EXECUÇÃO DE LAMELAS	0	EXECUTADO NO PRAZO	-	-	-
EXECUÇÃO DOS TIRANTES E ESCAVAÇÃO DO TERRENO	60 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 02: NECESSIDADE DE REINJEÇÃO DE CIMENTO EM TIRANTES	DESCULPÁVEL	GRUPO 09: CONSTRUÇÃO
			CAUSA 03: SERVIÇO IMPRATICÁVEL DEVIDO AS CONDIÇÕES DO TEMPO DE FORTES CHUVAS	DESCULPÁVEL	GRUPO 10: FATORES EXTERNOS
			CAUSA 04: FALHAS NO EQUIPAMENTO	DESCULPÁVEL	GRUPO 08: EQUIPAMENTOS
			CAUSA 05: FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA	DESCULPÁVEL	GRUPO 10: FATORES EXTERNOS
ETAPA: FUNDAÇÃO					
EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA	60 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 06: ATRASO NA FINALIZAÇÃO DA ESCAVAÇÃO DO TERRENO	DESCULPÁVEL	GRUPO 09: CONSTRUÇÃO
			CAUSA 07: SERVIÇO IMPRATICÁVEL DEVIDO AS CONDIÇÕES DO TEMPO DE FORTES CHUVAS	DESCULPÁVEL	GRUPO 10: FATORES EXTERNOS
EXECUÇÃO DE BLOCOS DE COROAMENTO	61 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 08: ATRASO NA FINALIZAÇÃO DAS ESTACAS	DESCULPÁVEL	GRUPO 09: CONSTRUÇÃO
			CAUSA 09: FALTA DE MATERIAL DEVIDO AS PARALISAÇÕES DE RODOVIAS	DESCULPÁVEL	GRUPO 06: MATERIAIS
			CAUSA 10: SERVIÇO IMPRATICÁVEL DEVIDO AS CONDIÇÕES DO TEMPO DE FORTES CHUVAS	DESCULPÁVEL	GRUPO 10: FATORES EXTERNOS
			CAUSA 11: ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
ETAPA: SUPERESTRUTURA					
EXECUÇÃO DE PILARES, VIGAS E LAJES DOS PAVIMENTOS	95 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 12: ATRASO NA ETAPA DE FUNDAÇÃO	DESCULPÁVEL	GRUPO 09: CONSTRUÇÃO
			CAUSA 13: ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 14: BAIXA PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DA LAJE PROTENDIDA DEVIDO AO DIMENSIONAMENTO DA LAJE	DESCULPÁVEL	GRUPO 04: PROJETO
			CAUSA 15: CULTURA DA MÃO DE OBRA DE ENCERRAR O EXPEDIENTE AO MEIO-DIA NAS SEXTAS-FEIRAS	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 16: FALTA DE COMPATIBILIZAÇÃO EFICIENTE DOS FUROS NA LAJE	DESCULPÁVEL	GRUPO 04: PROJETO
			CAUSA 17: PARALISAÇÃO DE 10 DIAS DA OBRA DEVIDO A QUESTÕES DOCUMENTAIS	DESCULPÁVEL	GRUPO 03: CONSULTORES TÉCNICOS DO EMPREENDEDOR
ETAPA: ALVENARIA					
EXECUÇÃO DE PAREDES, INCLUINDO: MARCAÇÃO, ELEVAÇÃO DE ALVENARIA, POSIÇÃO DOS VÃOS, EXECUÇÃO DE VERGAS E CONTRA VERGAS, EXECUÇÃO DE JUNTAS E ENCUNHAMENTO	121 DIAS	OCORREU ATRASO	CAUSA 18: ATRASO NA ETAPA DE ESTRUTURA	DESCULPÁVEL	GRUPO 09: CONSTRUÇÃO
			CAUSA 19: ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 20: BAIXA QUALIDADE DE MÃO DE OBRA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 21: BAIXA PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 22: BAIXA PRODUTIVIDADE DEVIDO A QUANTIDADE DE TIPOLOGIAS DE BLOCOS	DESCULPÁVEL	GRUPO 06: MATERIAIS
			CAUSA 23: CULTURA DA MÃO DE OBRA DE ENCERRAR O EXPEDIENTE AO MEIO-DIA NAS SEXTAS-FEIRAS	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
			CAUSA 24: RETRABALHO EM APARTAMENTOS PERSONALIZADOS DO 4º PAVIMENTO	DESCULPÁVEL	GRUPO 03: CONSULTORES TÉCNICOS DO EMPREENDEDOR
			CAUSA 25: CORREÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES DOS SERVIÇOS DE ALVENARIA	NÃO DESCULPÁVEL	GRUPO 07: MÃO DE OBRA
CAUSA 26: PARALISAÇÃO DE 10 DIAS DA OBRA DEVIDO A QUESTÕES DOCUMENTAIS	DESCULPÁVEL	GRUPO 03: CONSULTORES TÉCNICOS DO EMPREENDEDOR			