



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO ANTÔNIO MONTEIRO MARTINS

**RESTRIÇÃO TRIPLA UTILIZADA NO GERENCIAMENTO DE OBRAS: um estudo
de caso em um edifício de uso misto na cidade de Caruaru - PE**

Caruaru

2023

JOÃO ANTÔNIO MONTEIRO MARTINS

**RESTRIÇÃO TRIPLA UTILIZADA NO GERENCIAMENTO DE OBRAS: um estudo
de caso em um edifício de uso misto na cidade de Caruaru - PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

Caruaru

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, que sempre me conduziu com as devidas lições de amor, fraternidade e compaixão, hoje e sempre.

Aos meus pais, Claudomiro Martins e Maria José, por todo apoio, suporte e confiança a mim depositados durante esses 6 longos anos de curso. Essa vitória também é de vocês.

Aos meus irmãos, Jefferson Alan e Pedro Emanuel, agradeço pela existência de vocês. Saibam que todos os dias acordo pensando em ser a melhor referência de irmão, ser humano e profissional.

À minha namorada, Sara Franciele, que acompanhou um pouco da minha jornada acadêmica, contribuiu para o meu desenvolvimento como ser humano e profissional e que, nessa reta final, motivou-me intensamente para que esse trabalho de conclusão de curso tivesse um fim satisfatório. Obrigado por acreditar no meu potencial.

Aos meus amigos de faculdade que trilharam essa jornada junto comigo, em especial ao meu grande amigo Matheus Araújo, com quem construí laços fraternos não só no meio acadêmico, mas também na vida pessoal. Grato por todo o companheirismo desde os primeiros períodos do curso. Levarei a sua amizade para o resto da minha vida.

À minha orientadora, Maria Victória Leal, que topou esse desafio junto comigo e me auxiliou grandiosamente para que esse trabalho tivesse o final esperado. Suas correções e seus ensinamentos foram eficazes para que atingíssemos o nosso objetivo. Tenho certeza que a nossa parceria seguirá além da esfera acadêmica.

À Pórtis Jr., empresa júnior de engenharia civil da UFPE, por me inserir no mercado de trabalho, desenvolver com maestria meu lado empreendedor e cooperar com a minha evolução não só profissional, mas também pessoal.

À CP Construção, por acreditar no meu potencial. Agradeço especialmente ao meu grande amigo e engenheiro civil Felipe Renan por toda a parceria dentro e fora da empresa e por cooperar na elaboração desse trabalho. Gratidão pelo apoio e amizade de sempre.

À Universidade Federal de Pernambuco, por ser referência em ensino e por ter se tornado a minha segunda casa nesses anos de graduação. Serei eternamente grato aos professores e mestres que passaram em minha vida.

Às demais pessoas que participaram direta ou indiretamente no alcance desse grande desafio da minha vida, os meus mais sinceros agradecimentos.

Restrição tripla utilizada no gerenciamento de obras: um estudo de caso em um edifício de uso misto na cidade de Caruaru – PE

Triple constraint used in construction management: a case study in a mixed-use building in the city of Caruaru – PE

João Antônio Monteiro Martins¹

RESUMO

Gerenciar é colocar em prática todas as ações planejadas para atingir determinados objetivos. O ato de gerenciar um projeto é unir ações fazendo com que o planejamento, execução, monitoramento e controle de uma determinada atividade sejam cumpridos de forma eficaz. O principal objetivo deste trabalho é analisar boas práticas no gerenciamento de projetos de três áreas de conhecimento: escopo, custo e tempo. Juntas, essas três áreas são definidas como Restrição Tripla. Além disso, foram analisadas as implicações quando alguma dessas restrições é alterada e possíveis alternativas para que elas possam ser otimizadas. A metodologia aplicada se deu através de um estudo de caso em uma construção de um edifício de uso misto na cidade de Caruaru – PE, e esse estudo teve como base didática documentos, materiais, plataformas digitais e planilhas que sinalizaram se a Restrição Tripla estava sendo afetada ou não. Os resultados mostraram que a ligação entre essas áreas é nítida, pois uma delas apresentou distorções significativas que comprometeram o desempenho das demais áreas (sendo elas afetadas de forma unitária ou conjunta). Entretanto, por mais que essas distorções existam, foi possível listar boas práticas adotadas pela empresa responsável e pela equipe gerencial da obra, ao passo que oportunidades de melhoria também foram evidenciadas para que o gerenciamento das áreas da Restrição Tripla seja executado de forma efetiva. Sendo assim, através dos métodos aplicados e análises realizadas foi possível concluir que – neste caso – a causa raiz dos problemas encontrados estava presente no escopo, que por sua vez, impactou negativamente as demais áreas de conhecimento. Além disso, é no escopo onde existem as práticas adotadas mais eficazes e as principais oportunidades de melhoria.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos; áreas de conhecimento; escopo; custo; tempo.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: joao.mmartins@ufpe.br

ABSTRACT

To manage is to put into practice all the actions planned to achieve certain objectives. The act of managing a project is to unite actions so that the planning, execution, monitoring and control of a certain activity are carried out effectively. The main objective of this work is to analyze good practices in project management in three areas of knowledge: scope, cost and time. Together, these three areas are defined as the Triple Restriction. In addition, implications were analyzed when any of these restrictions are changed and possible alternatives so that they can be optimized. The methodology applied was through a case study in a construction of a mixed-use building in the city of Caruaru - PE, and this study was based on documents, materials, digital platforms and spreadsheets that signaled whether the Triple Restriction was being affected or not. The results showed that the connection between these areas is clear, as one of them presented significant distortions that compromised the performance of the other areas (whether they were affected individually or together). However, as much as these distortions exists, it was possible to list good practices adopted by the company in charge and by the management team of the work, while opportunities for improvement were also evidenced so that the management of the Triple Restriction areas is carried out effectively. Therefore, through the applied methods and analyzes, it was possible to conclude that – in this case – the root cause of the problems found was present in the scope, which, in turn, negatively impacted the other areas of knowledge. In addition, it is the scope that has the most effective practices adopted and the main opportunities for improvement exist.

Keywords: project management; knowledge areas; scope; cost; time.

DATA DE APROVAÇÃO: 10 de maio de 2023.

1 INTRODUÇÃO

A construção de um edifício composto por todos os seus serviços a serem realizados é considerada como um tipo de projeto, que surgiu no primeiro milênio e que tem se modernizado de maneira constante nos dias atuais. O Project Management Institute (PMI, 2021), descreve que um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. A forma temporária dos projetos sinaliza que existe um início e um fim para o

trabalho do projeto ou uma fase do trabalho do projeto. Esses, por sua vez, podem ser independentes ou fazer parte de um programa ou portfólio. Sendo assim, devido à complexidade de uma obra de grande porte, é importante que ela seja bem gerenciada.

O ato de gerenciar um projeto é colocar em prática conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades, buscando cumprir os requisitos necessários. O gerenciamento de projetos permite que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente, além de ajudar indivíduos, grupos e organizações públicas e privadas a: cumprirem os objetivos do negócio, serem mais previsíveis, entregarem os produtos certos no momento certo, resolverem problemas e questões, otimizarem o uso dos recursos organizacionais, identificarem, recuperarem ou eliminarem projetos com problemas e gerenciarem restrições (PMI, 2017).

Seguindo a ideia de que a obra é um projeto, é importante que ele seja gerenciado. De acordo com Vargas (2018b) a importância de se gerenciar um projeto se deve ao fato de que surpresas indesejáveis podem ser evitadas durante a execução dos trabalhos, além de que novas técnicas e diferenciais competitivos são desenvolvidos uma vez que toda a metodologia está sendo executada. Essa importância faz com que situações desfavoráveis possam ser antecipadas para que ações preventivas e corretivas sejam tomadas antes que essas situações se consolidem como problemas (VARGAS, 2018b).

Um dos princípios que promove um bom gerenciamento é o da “Restrição Tripla”. Uma restrição pode ser considerada como um fator que limita a empresa em alcançar a sua meta (CARÍSSIMO *et al.*, 2012). É possível unir a restrição com as três principais áreas de conhecimento no gerenciamento de projetos descritas no Guia PMBOK: escopo, custo e tempo. Segundo Bahia e Farias Filho (2011), essas áreas são consideradas como “fundamentais” tendo em vista que são critérios básicos no ambiente de projetos de construção. Uma área de conhecimento pode ser definida por alguns requisitos e descrita em termos dos processos que a compõem, sendo eles: práticas, entradas, saídas, ferramentas e técnicas (PMI, 2017). Portanto, a restrição do escopo, custo e tempo devem ser controladas pois são fatores que podem limitar a assertividade do orçamento ou a sua entrega no prazo definido.

A principal relação entre os fatores da Restrição Tripla ocorre de tal forma que se algum deles mudar, pelo menos um outro fator provavelmente será afetado. Um grande exemplo é que se o cronograma for reduzido, muitas vezes o orçamento precisará ser aumentado para incluir recursos adicionais a fim de realizar a mesma quantidade de trabalho em um tempo mais curto. Se o aumento do orçamento não for possível, o escopo ou a qualidade poderá ser reduzido para entregar um produto em menos tempo com o mesmo orçamento (SILVA; LIMA, 2014).

A análise da Restrição Tripla é considerada na construção de uma edificação de uso misto.

De acordo com Fonseca (2016), edifício misto é uma edificação que reúne no mesmo lugar salas comerciais e apartamentos residenciais. A concepção aplicada é fazer com que as pessoas passem menos tempo no trânsito deslocando-se de casa ao trabalho e para locais de lazer. O projeto em questão, trata-se da construção de duas torres (uma com finalidade residencial e outra com finalidade empresarial) unidas por uma edificação de uso comercial nos seus cinco pavimentos inferiores.

Ademais, é importante referenciar trabalhos que enfatizem a importância da pesquisa em questão. Gandra (2010) propõe melhorias a uma empresa atuante no mercado da construção civil, no que tange seus processos de controle de custo e tempo. Além disso, Bandeira (2014) foca em três áreas de conhecimento do Guia PMBOK, sendo elas o escopo, custo e tempo como peças chave para análise de valor agregado no controle da construção de edifícios.

Silva *et al.* (2014) investigaram quais particularidades e desafios envolvem o gerenciamento da Restrição Tripla em organizações do terceiro setor, Piurcosky *et al.* (2016) apresentaram as principais vantagens da Restrição Tripla e a utilização dela na construção de um protótipo e Menas (2019) fala sobre a importância de atender aos itens da Restrição Tripla na infraestrutura de grandes empreendimentos, além de mostrar os desafios da aplicação e dos malefícios trazidos como consequência da falta de gerenciamento do escopo, custo e tempo. Com isso, fica em evidência a importância da pesquisa em questão e da relevância do tema aplicado nas obras.

Em suma, foi realizado um estudo de caso em uma construção de um edifício de uso misto na cidade de Caruaru - PE, onde foi possível analisar o escopo, o custo da obra e o tempo de sua elaboração. As tomadas de decisão por parte da equipe de engenharia nas três principais restrições (escopo, custo e tempo) foram analisadas e evidenciadas possíveis soluções quando existirem problemáticas acerca desses processos.

1.1. Gerenciamento de Escopo

O escopo de um projeto é o trabalho a ser desenvolvido para garantir a entrega de um determinado produto dentro de todas as suas especificações e funções (VARGAS, 2018b). Segundo Bandeira (2014), o escopo pode ser subdividido em:

- Escopo do produto: as características funcionais e técnicas que caracterizam um produto, serviço ou resultado;
- Escopo do projeto: trabalho a ser realizado para entregar as características e funções, ou seja, o trabalho a ser realizado para entregar o escopo do produto.

O gerenciamento do escopo está relacionado principalmente com definir e controlar o que está e o que não está incluído no projeto. Sendo assim, gerenciar o escopo inclui os seguintes processos: planejar o seu gerenciamento, definir o escopo, criar a EAP (Estrutura Analítica de Projeto), validar o escopo e controlar o escopo (PMI, 2017).

De acordo com Siqueira (2007), em linhas gerais, planejar o gerenciamento do escopo é descrever a criação de um plano do projeto que documenta como esse escopo será definido. A sua definição é a obtenção de um consenso no plano básico e consideração das informações relevantes obtidas do cliente e do ambiente externo, e a criação da EAP é a subdivisão das principais entregas do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. Em relação ao grupo de processos de monitoramento, Sotille *et al.* (2019) definem que a validação envolve a formalização da aceitação pelo cliente das entregas concluídas do projeto, e o controle coloca em prática o monitoramento do status do escopo gerenciando as possíveis mudanças feitas em sua linha de base.

O gerenciamento de escopo possui dentro de seus processos de entrada os termos de abertura, fatores ambientais da empresa e ativos de processos organizacionais. Em suas ferramentas e técnicas, possui a opinião especializada, análise de dados e tomadas de decisões. Por fim, em suas saídas, existem as especificações de escopo, linha de base, entregas aceitas, solicitações de mudança e atualizações do plano de gerenciamento de projeto (PMI, 2017).

1.2. Gerenciamento de Custo

Custo é o valor monetário de uma atividade ou componente do projeto. Este valor compreende a somatória de todos os custos envolvidos na execução desta atividade. O gerenciamento de custos tem como objetivo garantir que seja disponibilizado capital suficiente para se obter os recursos necessários para a realização dos trabalhos do projeto (BANDEIRA, 2014).

Um aspecto importante com relação ao gerenciamento de custos diz respeito aos orçamentos. Vargas (2018b) fala que o orçamento não pode ser considerado simplesmente como uma visão do plano, visto que, é um mecanismo poderoso de controle. O orçamento serve como parâmetro de comparação, uma linha de base da qual se extraem informações sobre o desempenho financeiro do projeto.

Os processos de gerenciamento dos custos do projeto são: planejar o gerenciamento dos custos, estimar os custos, determinar o orçamento e controlar os custos (PMI, 2017). No planejamento é importante definir os critérios e diretrizes para planejar, estimar, orçar,

gerenciar, monitorar e controlar os custos. Em relação a esses gastos, a estimativa é a principal avaliação quantitativa das despesas prováveis dos recursos necessários para terminar a atividade do cronograma (BARBOSA *et al.*, 2019; CAMPOS, 2012).

Campos (2012) ainda ressalta que a orçamentação envolve a agregação dos custos estimados de atividades individuais do cronograma ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos totais para medição do desempenho do projeto, controlando-os através do monitoramento do status que atualiza os custos e gerencia mudanças em sua linha de base.

É importante enfatizar as principais entradas do custo, sendo elas o termo de abertura, documentos do projeto, documentos do negócio, acordos e dados do desempenho do trabalho. Em suas ferramentas e técnicas, estão presentes as reuniões, análise de dados, reconciliação dos limites de recursos financeiros e financiamento. Por fim, em suas saídas, se encontram as estimativas, requisitos e previsões de custo (PMI, 2017).

1.3. Gerenciamento de Tempo

Mattos (2019) define que o tempo é a quantidade – em minutos, horas, dias, semanas ou meses – requerida para a execução da atividade. Em outras palavras, é a quantidade de períodos de trabalho necessários para o desempenho integral de uma determinada tarefa.

O principal objetivo dessa área é garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo determinado. O cronograma do projeto é uma das referências para o seu gerenciamento, pois como o ambiente que cerca o projeto é imprevisível, os cronogramas não podem ser estáticos e necessitam ser reajustados com o tempo. Os novos planejamentos servem para evitar surpresas e elaborar ações corretivas no menor intervalo de tempo possível (BANDEIRA, 2014).

O gerenciamento do tempo inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto. Os processos de gerenciamento do tempo do projeto são: planejar o gerenciamento do cronograma, definir atividades, sequenciar as atividades, estimar a duração das atividades, desenvolver o cronograma e controlar o cronograma (PMI, 2017).

Barcaui (2015) define que planejar é o processo de documentar o desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto. Ele ainda complementa que definir as atividades é delegar as ações para as pessoas envolvidas no projeto, determinando o trabalho necessário para o cumprimento das entregas prometidas ao cliente. Além disso, é através do sequenciamento das atividades que é obtido um diagrama de rede completo, compreendendo todas as tarefas do projeto e suas diversas inter-relações.

As entradas do cronograma ficam por conta do plano de gerenciamento de tempo, além dos documentos de projeto, dados de desempenho do trabalho, acordos e fatores ambientais da empresa. Suas ferramentas e técnicas, de modo geral, são as análises de rede do cronograma, opinião especializada, método do caminho crítico, antecipações e esperas e compreensão do cronograma. Por fim, as saídas mais relevantes são as listas de atividades, atributos das atividades, previsões do cronograma, dados e calendário do projeto, estimativas e bases de duração, e a linha de base do cronograma (PMI, 2017).

Ainda nessa perspectiva, Brandalise (2017) ressalta que estimar as durações das atividades é definir o período que será necessário para conclusão individual de cada ação do cronograma, desenvolvendo-o através da análise das sequências das atividades suas dependências, durações e recursos requeridos para a sua criação e controle de possíveis alterações.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é analisar boas práticas no gerenciamento de projetos relacionados a Restrição Tripla (escopo, custo e tempo), suas implicações quando alguma dessas restrições são alteradas e possíveis alternativas para que elas possam ser otimizadas, através de um estudo de caso em uma construção de um edifício de uso misto na cidade de Caruaru – PE.

1.4.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para realização do presente trabalho são:

- Verificar se o escopo e o cronograma atual da obra estão coerentes com o que foi proposto inicialmente e se está alinhado com o custo planejado;
- Apresentar boas práticas no gerenciamento de projetos acerca da Restrição Tripla (escopo, custo e tempo) e seus respectivos processos;
- Propor alternativas para que o gerenciamento do projeto possa ser otimizado.

2 METODOLOGIA

2.1. Classificação da Pesquisa

O presente trabalho é classificado como um estudo de caso a fim de demonstrar na prática a aplicação de um tema proposto. O estudo foi baseado nas áreas da Restrição Tripla, e a principal analogia feita foi o comparativo entre o escopo, custo e tempo, os quais devem estar atrelados entre si. Portanto, para que esse método comparativo pudesse ser analisado, foi realizada uma abordagem qualitativa e quantitativa com os principais dados e informações acerca da construção, buscando assim averiguar o seu gerenciamento, apontar problemas e apresentar soluções.

André (2013) define que o estudo de caso se enquadra em uma análise ampla de um assunto bem específico, permitindo aprofundar o conhecimento sobre ele e, assim, oferecer subsídios para novas investigações sobre a mesma temática. Ou seja, focaliza um fenômeno particular e leva em conta seu contexto e suas múltiplas dimensões. Um estudo de caso é uma boa estratégia quando se existe uma situação-problema, fazendo uma correlação muito forte entre o fenômeno e o contexto.

Ainda em relação a sua classificação, o esperado é uma mesclagem entre pesquisas qualitativa e quantitativa. Os estudos qualitativos se caracterizam como aqueles que buscam compreender um fenômeno em seu ambiente natural, onde esses ocorrem e do qual faz parte. Para tanto o investigador é o instrumento principal por captar as informações, interessando-se mais pelo processo do que pelo produto. As informações ou dados coletados podem ser obtidos e analisados de várias maneiras dependendo do objetivo que se deseja atingir (KRIPKA *et al.*, 2015).

A pesquisa quantitativa só tem sentido quando existe um problema muito bem definido e há informação e teoria a respeito do objeto de conhecimento, entendido aqui como o foco da pesquisa e/ou aquilo que se quer estudar (SILVA *et al.*, 2014). Em suma, os aspectos quantitativos serão apresentados no levantamento de dados que comprovam os objetivos da pesquisa, enquanto que os aspectos qualitativos serão expressados na avaliação do tema, utilizando impressões, opiniões e pontos de vista acerca das decisões tomadas e dos dados coletados.

2.2. Caracterização da Pesquisa

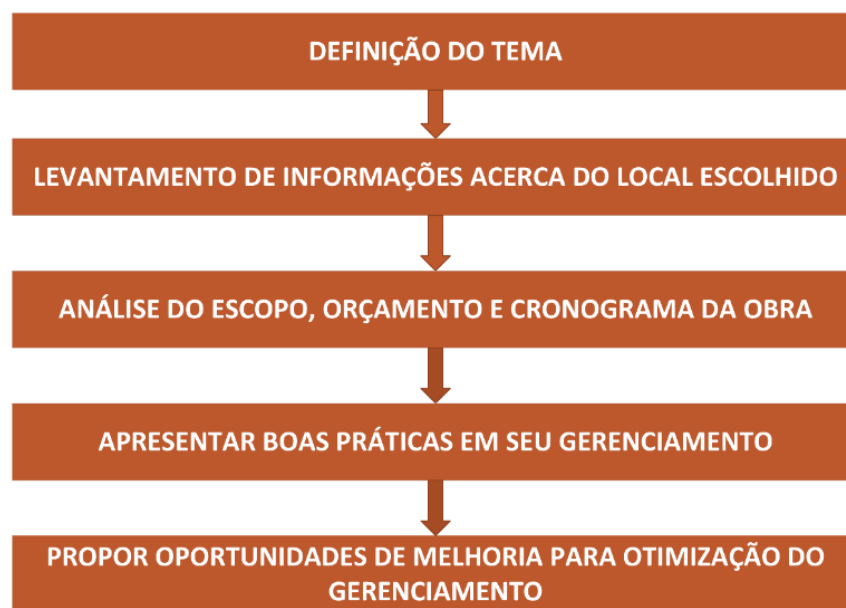
Localizada em um terreno com cerca de 6 mil m² e com investimento de mais de R\$ 80 milhões, a edificação comporta uma torre residencial com 180 apartamentos (entre 37 m² e 64 m²), uma torre empresarial com 225 salas (entre 30 m² e 54 m²), um edifício-garagem para mais de 500 veículos e mais 80 lojas bem no centro de Caruaru, numa área rodeada de bancos,

cartórios e os mais variados tipos de atividades. Ao todo, serão duas torres de 15 andares, o edifício-garagem com sete pavimentos e o *mall* aberto, com duas praças de alimentação e estrutura para abrigar diversos serviços.

Serão omitidos os nomes do edifício e da empresa responsável pela sua construção a fim de garantir o sigilo das informações expostas. Dessa forma, o edifício em questão será citado como Edifício Alfa e a construtora responsável pela obra será citada como Empresa X.

Em relação a construção, suas atividades iniciaram no dia 03 de fevereiro de 2020, e seu prazo de término contratual está datado para o dia 31 de dezembro de 2024. A pesquisa, por sua vez, analisou a execução das atividades do seu início até o dia 31 de janeiro de 2023 (36 meses). Pensando na ideia de ilustrar as etapas, sequência e decisões do fluxo do trabalho, segue um fluxograma dos avanços da pesquisa (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autor (2023)

A ideia principal do fluxograma é apresentar a continuidade da pesquisa. Após o local de estudo ser definido, foi realizada uma análise criteriosa nos itens da Restrição Tripla apresentando boas práticas tomadas pelos profissionais acerca da Restrição, e por fim, comentadas oportunidades de melhoria que pudessem otimizar o gerenciamento das três principais demandas estudadas nesse trabalho: escopo, custo e tempo.

2.3. Análise da Restrição Tripla no Edifício Alfa

A pesquisa foi embasada nas três áreas de conhecimento que envolveram esse trabalho: escopo, custo e tempo. Foram coletadas todas as informações do local pertinentes a pesquisa, como planilhas em Excel, documentos e informações com o gestor da obra e sua equipe (que permitiram acesso ao Edifício Alfa quando fosse necessário).

2.3.1 Escopo

A análise do escopo foi feita através da EAP (APÊNDICE A) da obra, comparando com as atividades previstas no cronograma e com o que foi executado até o tempo de análise determinado. Todas as informações relevantes, restrições e requisitos do projeto foram identificados por meio de uma análise detalhada do seu orçamento analítico, que por sua vez, serviu de base para a elaboração da EAP.

Como se trata de um projeto consideravelmente grande, foram separadas dentro da obra do Edifício Alfa três macros unidades de controle, adotadas como unidades construtivas, sendo elas: Galeria de lojas e estacionamentos, Torre empresarial e Torre residencial. As unidades construtivas possuem a mesma EAP, que por sua vez, possui uma estrutura padrão para todas as demais obras da Empresa X.

2.3.2 Custo

A observação do custo levará em conta o orçado com o que foi gasto até o momento de aferição. As ferramentas mais utilizadas para a análise de custo é o PGO (Plano Gerencial da Obra), orçamento sintético (APÊNDICE B) e a plataforma do SIENGE (ferramenta que automatiza uma série de processos e tarefas da engenharia ao financeiro).

O Edifício Alfa teve o seu orçamento elaborado com o auxílio do SIENGE. Em relação aos insumos, os seus custos foram calculados com base em cotações da equipe de suprimentos durante o período orçamentário. A composição unitária foi baseada na TCPO (Tabela de Composições e Preços para Orçamentos) do departamento de Engenharia da PINI e em dados históricos de apropriações feitas dentro da própria empresa.

É apresentado na Tabela 1 o custo que foi orçado para cada unidade construtiva, além do custo total da obra.

Tabela 1 – Resumo de orçamento por unidade construtiva do Edifício Alfa.

UNIDADE CONSTRUTIVA	VALOR
Galeria de lojas e estacionamentos	R\$ 37.869.470,83
Torre empresarial	R\$ 18.833.087,94
Torre residencial	R\$ 23.989.116,14
TOTAL	R\$ 80.691.674,92

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Além das ferramentas citadas, alguns artifícios foram utilizados para auxiliar no processo de verificação da pesquisa no que tange aos fins comparativos. Com isso, é necessário entender o método do Valor Agregado (VA), indicador INCC (Índice Nacional do Custo da Construção) e os conceitos de Valor Previsto (VP), Variação de Custo (VC) e Custo Real (CR).

A definição de Vargas (2018a) é que o Valor Agregado (VA) pode ser definido como a avaliação entre o que foi obtido em relação ao que foi realmente gasto e ao que se planejava gastar, onde se propõe que o valor a ser agregado inicialmente por uma atividade é o valor orçado para ela.

Como um projeto é elaborado em uma determinada data e executado em um intervalo de tempo maior, necessita-se de uma ferramenta que possibilite a gestão desviar das variações do mercado e da inflação. A partir dessa necessidade foi utilizada uma ferramenta que possibilita fugir dessa variação do mercado. Para isso foi necessário à utilização do INCC, elaborado pela fundação Getúlio Vargas e que tem como finalidade acompanhar a evolução dos preços de materiais, mão-de-obra e equipamentos ligados à construção. Este índice é atualizado mensalmente.

Para conseguir driblar a variação de mercado, os valores de custo apresentados no PGO e analisados no trabalho são convertidos em uma nova unidade de medida, que no presente trabalho será chamada de INCC. Ramos (2016) explica que o índice INCC é atualizado no final de cada mês, para calcular o VA do mês i (VA_i), será reajustado pelo INCC $i-1$, pois o índice do mês em análise só é liberado no final do mês, de maneira análoga o valor orçado é atualizado não para o mês em análise e sim para o período de elaboração do orçamento.

Ainda assim, é preciso entender as demais expressões que estão presentes no PGO e que serviram de base para análise do custo. Segundo PMI (2017), Valor Previsto (VP) é o valor que deveria ter sido incorrido até um determinado instante do projeto ou o custo orçado para o trabalho planejado até certo momento. O Custo Real (CR), por sua vez, é o custo ocorrido no decorrer da execução do projeto, em um intervalo de tempo, referente a uma tarefa executada ou do projeto executado.

Por fim, Vargas (2018a) define que a Variação de Custo (VC) é gerada pela diferença entre o VA e o CR de um projeto em certo instante t . A VC pode assumir os valores positivo ou negativo. Com a VC positiva o projeto está sendo executado abaixo do orçamento, assumindo que a VC é negativa significa que o projeto está sendo executado acima do orçado. Já a VC igual a zero simboliza que foi gasto exatamente o que foi planejado. Todos os valores foram convertidos a partir do INCC.

2.3.3 Tempo

A principal ferramenta utilizada para averiguar o cronograma (APÊNDICE C) é o Prevision, uma plataforma de planejamento de obras baseada na metodologia *Lean Construction* composto por linhas de balanço com integração financeira a outros sistemas. O cronograma das tarefas da obra foi elaborado levando em consideração as condições iniciais de contrato para início e fim da obra, as limitações do calendário local e todas as demais premissas exigidas para a aplicação da análise da Restrição Tripla.

A metodologia de elaboração do cronograma foi de forma individualizada, atividade a atividade, levando em conta suas interdependências. Para a elaboração do cronograma foi utilizado o Microsoft Project, e posteriormente foi migrado para a plataforma Prevision.

É apresentado na Tabela 2 um cronograma resumido com as datas de início e término previstos de cada unidade construtiva.

Tabela 2 – Resumo do cronograma por unidade construtiva do Edifício Alfa.

UNIDADE CONSTRUTIVA	INÍCIO	TÉRMINO
Galeria de lojas e estacionamentos	03/02/2020	31/12/2024
Torre empresarial	21/11/2022	13/12/2024
Torre residencial	17/01/2022	22/07/2024

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

No resumo da Tabela 2, é possível verificar uma sequência lógica de execução. Iniciou-se pela Galeria de lojas e estacionamentos, posteriormente a Torre residencial e em seguida a Torre empresarial. O intervalo de tempo de início/término da Galeria de lojas e estacionamentos é bem superior em relação aos demais tendo em vista que essa unidade abrange um maior volume de atividades por conter o edifício-garagem em seu escopo.

Sendo assim, a principal análise feita na restrição do tempo teve grande auxílio das linhas de balanço do Prevision. Com essas linhas, o principal objetivo foi organizar e planejar os locais

da obra no tempo, ou seja, ao invés de organizar o cronograma por serviço, é organizado por local. Portanto, com uma edificação considerada de grande porte e composta por diversas unidades construtivas e frentes de serviço sendo executadas ao mesmo tempo em vários locais, com o Prevision foi mais prático de se observar o andamento das atividades.

2.4 Boas Práticas

As boas práticas foram apresentadas tomando como base os grupos de processos de cada área de conhecimento. Em consonância com o PMI (2017), esses grupos definem o modo de gerenciar um projeto e são interligados através de uma sequência lógica que deve possuir uma iniciação, planejamento, execução, monitoramento/controle e encerramento. Assim, foi possível evidenciar algumas práticas satisfatórias e que devem ser utilizadas como utensílios para a busca da melhoria contínua.

2.5. Propostas de Melhoria

Diante de um projeto amplo e denso como é o Edifício Alfa, é evidente que problemas foram identificados e que são passíveis de melhoria. Sendo assim, foi possível apontar algumas otimizações nos processos que pudessem afetar positivamente nos elementos da Restrição Tripla. As oportunidades de melhoria são importantes, pois buscam organizar esses processos e atender as expectativas das partes interessadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Verificação da Restrição Tripla

Durante a análise das atividades e das informações fornecidas pela equipe de engenharia, constatou-se que os problemas encontrados estavam presentes em uma restrição, afetando as demais de maneira conjunta ou não. Portanto, a análise começou pelo escopo (verificando quais restrições estavam sendo afetadas por ele), seguida pela análise do custo e do tempo.

3.1.1 Análise do Escopo

No momento da análise do escopo, foi possível observar que a etapa de fundação do edifício-

garagem não havia sido iniciada, comprometendo assim o cronograma da obra. Ao entrar em contato com o engenheiro responsável pela edificação, verificou-se a falta de atualização do projeto estrutural da fundação do edifício-garagem. Assim, munidos dessas informações, é necessário avaliar se a restrição no escopo afetará ou não as demais restrições.

A etapa de Projetos inclui as subetapas de projetos estruturais e projetos de fundação e contenção da obra. Os projetos estruturais abrangem os projetos de fôrma e armação das lajes, o projeto de armação de vigas, pilares e reservatórios (superior e inferior). Já os projetos de fundação e contenção incluem a locação e armação de sapatas e vigas baldrames, bem como o projeto de locação e armação dos muros de contenção projetados e executados em concreto armado. É apresentado na Tabela 3 o VP e o CR do contrato para elaboração dos projetos mencionados.

Tabela 3 – Resumo do contrato do projeto estrutural - Edifício Alfa.

DATA	VALOR PREVISTO (VP)	DATA	CUSTO REAL (CR)
10/09/2019	R\$ 40.000,00	20/09/2019	R\$ 50.000,00
10/10/2019	R\$ 40.000,00	20/10/2019	R\$ 50.000,00
10/11/2019	R\$ 40.000,00	20/11/2019	R\$ 50.000,00
10/12/2019	R\$ 40.000,00	20/12/2019	R\$ 50.000,00
10/01/2020	R\$ 40.000,00	-	-

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram que o valor destinado no contrato para o projeto estrutural, fundação e contenção da obra foi pago em sua totalidade. Além disso, está mostrado na Tabela 4 os dados extraídos do PGO relacionados a etapa de Projetos (valores expressos a partir do INCC).

Tabela 4 – Análise de dados da etapa de projetos - Edifício Alfa.

VP	VA	CR	VC
588,13	588,13	640,96	-52,83

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Analisando a Tabela 4, é possível concluir que a etapa de Projetos apresenta um gasto acima do previsto (a VC apresenta um resultado negativo). Portanto, levando em consideração que a obra terá um custo adicional com a elaboração de uma nova revisão do projeto de fundação do edifício-garagem, isso representa um desvio claro da restrição do escopo, impactando diretamente na restrição do custo (será um gasto não previsto em uma etapa que já apresenta

uma VC negativa).

Nessa mesma perspectiva, o tempo também será afetado. Está exibida na Tabela 5 a data de início/término do serviço de fundação do edifício-garagem.

Tabela 5 – Previsão de início/término da fundação do Edifício Alfa.

ETAPA	DATA DE INÍCIO	DATA DE TÉRMINO
FUNDAÇÃO	18/02/2023	30/03/2023

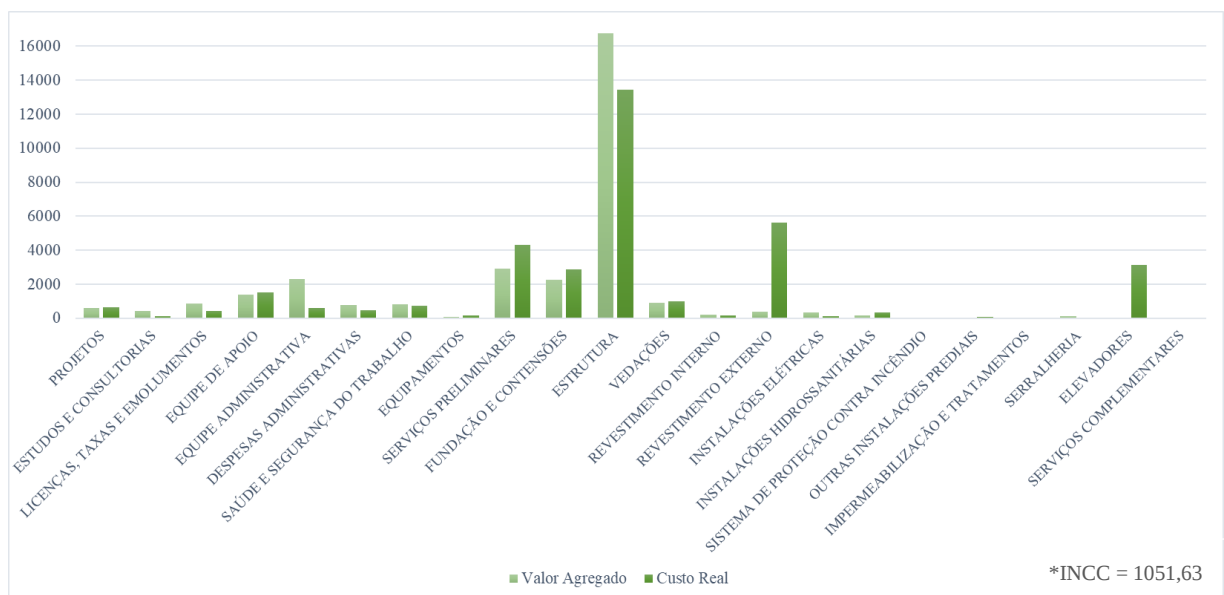
Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Sendo assim, como o período de análise é até o dia 31 de janeiro de 2023, a informação repassada pelo engenheiro responsável é que o serviço atrasaria, tendo em vista que essa nova revisão não seria liberada em tempo hábil. Com isso, o cronograma será impactado negativamente, pois a data de início passará da data de término programado da etapa.

3.1.2 Análise do Custo

Para a verificação do custo, foram analisadas as despesas da obra a fim de identificar uma causa raiz para possíveis problemas. É apresentado na Figura 2 um comparativo entre o VA e o CR. No gráfico, encontram-se todas as atividades das unidades construtivas em andamento até a data de aferição definida na metodologia.

Figura 2 – Gráfico: Valor Agregado x Custo Real



Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Com esse gráfico, é possível observar que alguns serviços obtiveram o seu CR acima do VA, como por exemplo as etapas: Serviços Preliminares, Fundação e Contenções, Elevadores e Revestimento Externo. Ademais, algumas etapas apresentaram um CR abaixo do seu VA, como é o caso da Estrutura representando os Custos Diretos, além da Equipe Administrativa e Licenças, Taxas e Emolumentos representando as Despesas Indiretas. É importante lembrar que os valores estão expressos a partir do INCC*.

É importante realizar uma análise assertiva sobre as principais variações no custo (tanto negativa, quanto positiva), apresentando as falhas e propondo melhoria no primeiro caso, como também observando as boas práticas que estão sendo adotadas no segundo caso. Para facilitar a análise, é apresentada na Tabela 6 as três maiores variações de custo negativa. Os valores estão expressos a partir do INCC.

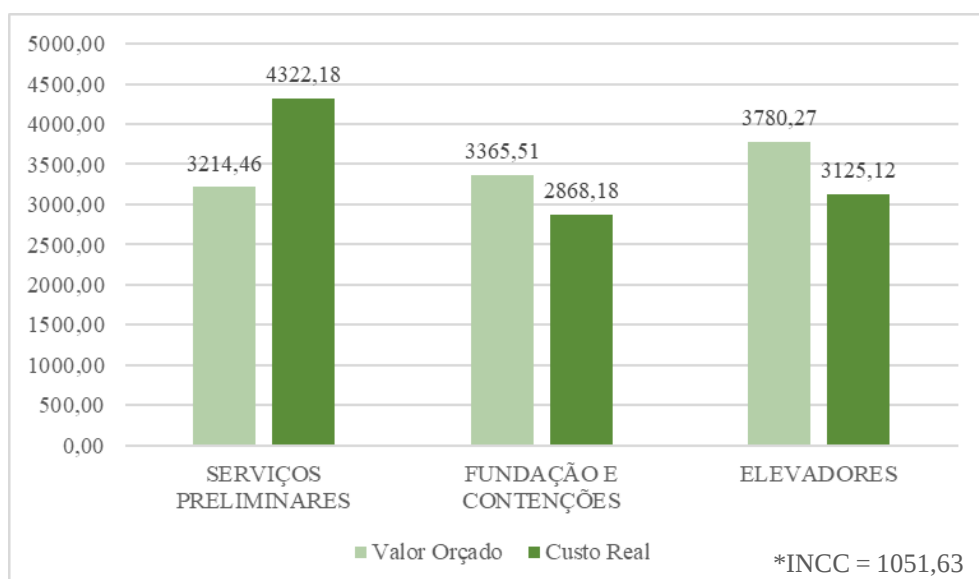
Tabela 6 – Maiores variações de custo negativas

ETAPA	VC (INCC)	PORCENTAGEM
SERVIÇOS PRELIMINARES	-1397,56	-38%
FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES	-490,15	-13%
ELEVADORES	-329,10	-9%

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Tratando-se das variações negativas, é possível realizar uma análise detalhada para entender como essas variações aconteceram. É apresentada na Figura 3 uma relação entre o valor orçado e o CR das etapas, expressos a partir do INCC*.

Figura 3 – Gráfico: Valor Orçado x Custo Real das etapas



Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Analisando a Figura 3, é possível observar que o CR da etapa de Serviços Preliminares apresentou um aumento de 34,46% em relação ao valor de orçamento. O principal problema está presente no escopo, pois o grande volume de atividades de escavação e transporte do material escavado não foi previsto de forma assertiva, fazendo com que o valor da etapa ficasse aquém do que deveria ter sido destinado. Outro ponto também foi o aumento de preços de insumos e mão-de-obra para o desmonte de rochas a fogo, que elevou significativamente desde a elaboração do orçamento até a etapa de desmonte propriamente dita. Tudo isso resultou no desvio de 2/3 dos elementos da Restrição Tripla (escopo afetando o custo).

A etapa de Fundação e CONTENÇÃO por mais que apresente um CR abaixo do orçado, tem o seu VA baixo. Uma das principais causas pode ser a mesclagem de duas atividades em uma etapa só, fazendo com que o escopo mal dividido interferisse no orçamento de forma significativa (ou seja, muitos serviços em uma mesma etapa agregando pouco valor a obra). Outro ponto também é a fundação do edifício-garagem que ainda não foi iniciada. Com isso, o CR e o VA são inferiores, pois não foi realizada nenhuma aquisição de material (aço, por exemplo) e tampouco agregado valor algum.

Finalmente, a etapa de Elevadores apresenta também uma pequena distorção. Como se trata de um serviço terceirizado, está sendo pago um valor de adiantamento contratual para aquisição dos 13 elevadores do Edifício Alfa. Com isso, a medição da atividade é baixa (tendo em vista que os equipamentos ainda não foram instalados), apresentando um baixo VA e um elevado CR. Assim, a VC para a etapa em questão é negativa, mas os gastos ainda estão dentro do valor orçado inicialmente.

Por conseguinte, é apresentado na Tabela 7 o oposto com as três maiores variações positivas. Os valores também estão expressos a partir do INCC.

Tabela 7 – Maiores variações de custo positivas

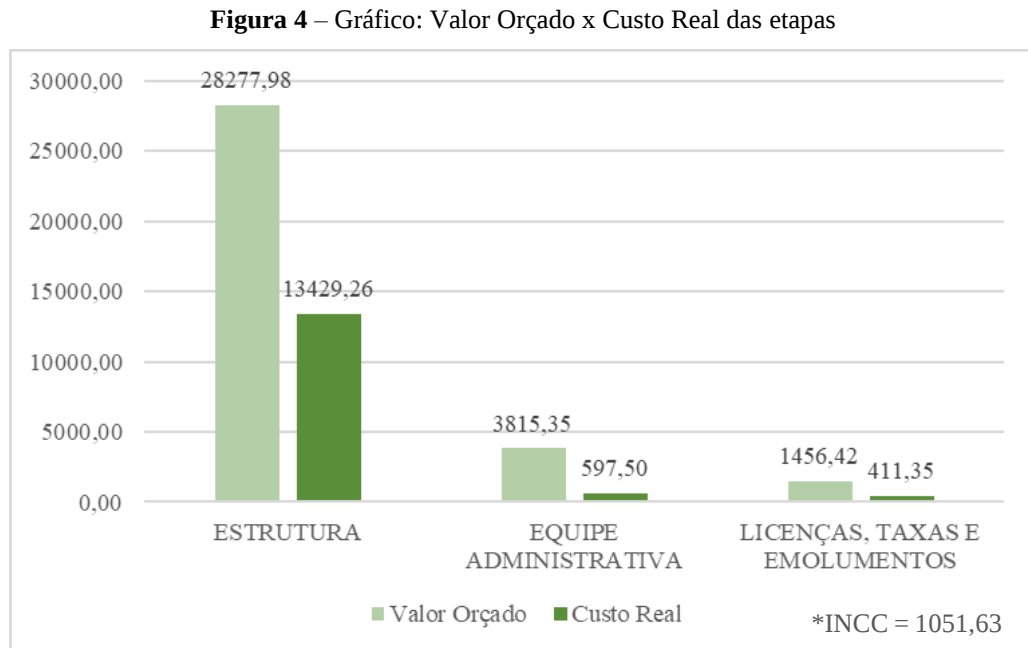
ETAPA	VC (INCC)	PORCENTAGEM
ESTRUTURA	3346,06	90%
EQUIPE ADMINISTRATIVA	1710,41	46%
LICENÇAS, TAXAS E EMOLUMENTOS	469,64	13%

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Tratando-se das variações positivas, a etapa da Estrutura apresenta o primeiro lugar quando se refere à economia no orçamento. Tal economia está ligada com o cronograma e o custo, tendo em vista que a obra atualmente executa duas lajes/mês dos pavimentos tipo da Torre empresarial (no cronograma planejado é uma laje e meia por mês), ao passo que é economizado

um valor significativo em material (fôrma de madeira e escoramento metálico reaproveitados de uma laje para a outra).

É apresentada na Figura 4 uma relação entre o valor orçado e o CR das etapas, expressos a partir do INCC*.



Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Por fim, as demais economias estão alocadas na unidade construtiva de Despesas Indiretas, ou seja, são gastos que não estão relacionados exclusivamente com a realização da obra em questão. Porém, essas economias estão impactando positivamente no orçamento pois são gastos que estão abaixo do previsto (CR menor que o valor orçado). Em suma, foi possível analisar que o escopo conseguiu afetar de forma positiva e negativa o custo da obra.

3.1.3 Análise do Tempo

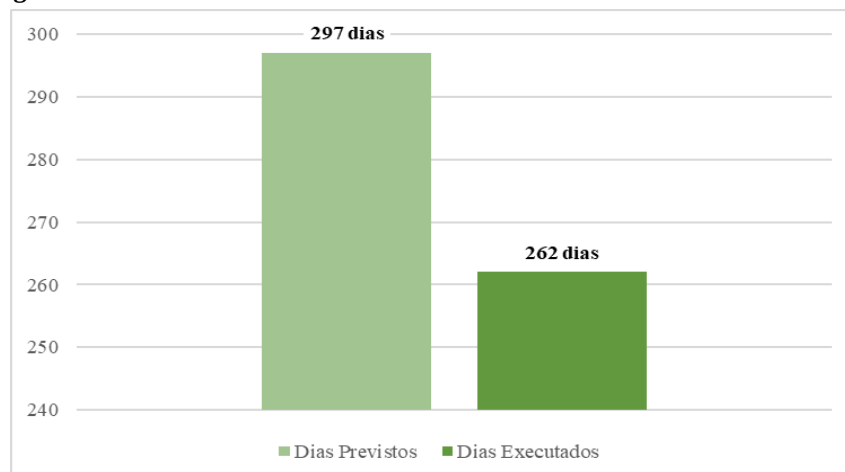
A análise do tempo iniciou com a verificação do cronograma, que permitiu uma compreensão mais detalhada das etapas que iniciaram no ano de 2020, sendo provável, a partir dessa análise, identificar a causa raiz de possíveis problemas. Porém, para chegar a tal identificação, foram excluídas as etapas que ainda não haviam sido iniciadas até o período de análise definido na metodologia (Tabela 8).

Tabela 8 – Cronograma de atividades iniciadas

GALERIA DE LOJAS E ESTACIONAMENTOS						
Código	Descrição	Início	Término	Início Real	Término Real	% Executada
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	03/02/2020	<u>18/02/2022</u>	03/02/2020	-	91,01%
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES	14/09/2020	25/05/2023	06/08/2020	-	66,46%
02.003	ESTRUTURA	25/04/2022	08/01/2024	09/10/2020	-	59,32%
TORRE EMPRESARIAL						
Código	Descrição	Início	Término	Início Real	Término Real	% Executada
02.003	ESTRUTURA	21/11/2022	12/09/2023	23/11/2022	-	26,67%
TORRE RESIDENCIAL						
Código	Descrição	Início	Término	Início Real	Término Real	% Executada
02.003	ESTRUTURA	17/01/2022	<u>10/11/2022</u>	03/01/2022	22/09/2022	100,00%
02.004	VEDAÇÕES	10/03/2022	30/03/2023	20/04/2022	-	73,30%
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	03/10/2022	01/04/2024	07/10/2022	-	6,87%
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	19/09/2022	26/06/2024	27/09/2022	-	9,00%
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	01/12/2022	28/09/2023	31/10/2022	-	9,00%
02.017	SERRALHERIA	30/09/2022	<u>03/01/2023</u>	14/12/2022	-	85,00%

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

É apresentada na Tabela 8 as etapas com as atividades com data prevista para início e término, além das datas com início e término real. É possível observar que todas as atividades com o início previsto de fato iniciaram, porém, somente a etapa de estrutura da Torre residencial foi finalizada. É apresentada na Figura 5, por sua vez, um gráfico comparativo entre a quantidade de dias previstos e dias realizados para a etapa de estrutura da Torre residencial.

Figura 5 – Gráfico: Dias Previstos x Dias Executados – Estrutura Torre residencial

Fonte: Adaptado da Empresa X (2023)

Está apresentada na Figura 5 uma antecipação na finalização da estrutura da Torre residencial em 35 dias. Tal resultado não é coincidência, pois fazendo uma relação entre a análise de tempo da etapa observada, é possível notar uma antecipação na entrega da laje tipo da Torre residencial (no planejado seriam 12 dias/laje e o realizado foi de 10 dias/laje). A Figura 5 apenas reforça que antecipar a atividade agrega um maior valor de trabalho, ao passo que uma economia nos materiais favorece ainda mais a VC positiva.

Outra análise a ser feita no quesito tempo (Tabela 8) é a etapa de Serviços Preliminares. É possível observar que no cronograma o início e término previstos para essa etapa seriam 2 anos e 15 dias. Contudo, a etapa ainda não foi concluída e até a data da aferição já se passaram aproximadamente 3 anos de serviços. Sendo assim, é possível observar que a análise feita no cronograma da etapa de Serviços Preliminares possui total relação com o escopo (atividades não previstas de forma correta) e com o custo (atividades que possuem um custo de execução acima do orçado).

A etapa de Serralheria, por sua vez, apresenta um pequeno atraso no cronograma (Tabela 8). Tal atraso não está impactando no custo, pois apresenta um CR menor do que o VA (apresentado na Figura 2). A conclusão que se pode tomar em relação a essa etapa é que por mais que exista um atraso no início da tarefa, não houve qualquer impacto nas demais restrições.

Por fim, averiguando os materiais e plataformas fornecidas pela equipe de engenharia do Edifício Alfa, foi possível observar que a Performance de Prazo do Prevision apresenta um atraso da obra em 58 dias (Figura 6).

Figura 6 – Performance de prazo do Edifício Alfa



Fonte: Empresa X (2023)

Está exposta na Figura 6 o atraso em dias e o IDP (Índice de Desempenho de Prazo), que é a relação entre a porcentagem executada e a porcentagem planejada. Um IDP acima de 1

representa uma antecipação nas atividades, igual a 1 representa uma paridade entre o executado e o planejado, e abaixo de 1 representa justamente um atraso dessas atividades.

Em contato com a equipe, foi possível entender que tal atraso se deve ao fato de que uma atividade da obra ainda não foi iniciada: a fundação do edifício-garagem. A etapa não possui nenhum empecilho físico que limite o início das suas atividades, porém, como foi analisado os projetos estruturais de fundação e estrutural do espaço ainda não constam no material de engenharia. Resumidamente, a interferência de escopo (falta da etapa de projetos) afeta negativamente no cronograma da obra, que por sua vez, tem uma de suas atividades paralisadas devido a esse impasse.

3.2 Boas práticas adotadas na construção do Edifício Alfa

Durante a observação dos serviços em andamento no Edifício Alfa, foi possível analisar alguns métodos que melhoram o desempenho da obra atrelados a uma boa gestão. Abaixo estão listadas algumas práticas satisfatórias e que merecem ser mencionadas:

- Definição de escopo por níveis, buscando o máximo de detalhes possíveis dos serviços;
- Melhor visão de acompanhamento para os *stakeholders* (grupos de pessoas ou organizações que podem ter algum tipo de interesse pelas ações de uma determinada empresa), pois eles podem saber exatamente por qual trabalho estão pagando e podem cobrar por esse resultado em cada etapa;
- Ter um orçamento bem definido, garantindo um maior controle das etapas;
- Verificação do custo por INCC, possibilitando o acompanhamento dos gastos de forma precisa e sem interferência da variação do mercado;
- Vinculação entre cronograma e orçamento utilizando a plataforma do Prevision, garantindo assim um acompanhamento assertivo do VA;
- Acompanhamento de cronograma com as linhas de balanço apresentadas no Prevision, auxiliando na gestão eficiente da obra e tornando mais fácil a visualização e simulação de possíveis fluxos. Com isso, é possível tomar decisões de forma assertiva;
- Reuniões de engenharia para o acompanhamento do escopo, custo e tempo, garantindo um planejamento estratégico eficiente e aumentando os resultados positivos.

3.3 Otimização no gerenciamento da Restrição Tripla

As oportunidades de melhoria são sempre bem vindas na busca da otimização de resultados. No decorrer da pesquisa foram apresentadas algumas adversidades nas áreas de conhecimento da Restrição Tripla. Assim, se essas complicações tivessem sido previstas, incertezas e retrabalhos seriam evitados.

É exibida na Tabela 9 os obstáculos listados durante a observação das restrições, a área de conhecimento em que estão presentes, as áreas afetadas e as possíveis soluções para que tais problemas sejam resolvidos. Além das dificuldades citadas, outros pontos foram abordados pela equipe de engenharia e podem (mesmo que minimamente) afetar de forma negativa no gerenciamento da Restrição Tripla.

Tabela 9 – Propostas de melhoria

PROBLEMA	RESTRIÇÃO	RESTRIÇÕES AFETADAS	PROPOSTA DE MELHORIA E OTIMIZAÇÃO DE RESULTADOS
Carência de projeto estrutural	Escopo	Custo e Tempo	Realizar a aquisição de todos os projetos no início da obra, como também garantir a compatibilização de todos eles para que se evite retrabalhos.
Atividades não previstas na etapa de Serviços Preliminares	Escopo	Custo e Tempo	Promover um maior estudo de viabilidade da construção, garantindo um orçamento mais assertivo. É importante ter uma série histórica de dados de obras já concluídas da empresa afim de que esses dados sejam cada vez mais otimizados.
Variações de custo negativas em etapas	Escopo	Custo	Reformular algumas etapas do escopo (divisão da etapa de Fundação e CONTENÇÃO) além de analisar de forma mais profunda as etapas iniciais, buscando uma maior assertividade na Restrição Tripla como um todo evitando assim que essas, por sua vez, apareçam nos custos negativos.

Fonte: Autor (2023)

Alguns contratemplos como falta de insumos e baixa comunicação entre obra/escritório foram alguns tópicos pontuados, e que de fato, devem ser melhorados. Algumas propostas básicas para a resolução desses empecilhos são:

- Para os insumos, é importante promover uma boa gestão de suprimentos, realizando previsões trimestrais dos materiais que serão utilizados (correlacionando com as atividades executadas), garantindo que o setor de compras tenha tempo hábil para realizar a aquisição desses itens com um melhor custo x benefício. Assim, o custo e o

tempo de obra são resguardados de possíveis contratempos.

- Para a comunicação, é interessante a equipe de obra/escritório permanecer 100% alinhada em relação aos processos, garantindo que o serviço não fuja do escopo, que o custo do projeto não aumente por conta de retrabalhos e que o tempo seja seguido, evitando assim atrasos de obra.

Por fim, de forma sintetizada, é imprescindível ficar atento aos riscos que podem impactar negativamente o andamento do projeto. Por isso, durante o gerenciamento da obra, é preciso tomar as medidas necessárias e eficientes para mitigá-los.

4 CONCLUSÕES

Em linhas gerais, o trabalho apresentou um estudo de caso de uma obra acerca da Restrição Tripla e foi possível observar que se uma dessas áreas de conhecimento é afetada as demais também serão. Além disso, foi possível listar alguns métodos adotados pela Empresa X que influenciaram satisfatoriamente o gerenciamento da Restrição, fazendo com que o escopo, custo e tempo fossem respeitados.

Foi possível observar também que por mais que essas áreas sejam impactadas de forma negativa, ainda assim existem alternativas para que esses problemas sejam minimizados (ou até mesmo erradicados). O primeiro passo para propor uma alternativa eficiente é identificar a causa raiz para que a solução seja aplicada a ela, fazendo com que, espontaneamente, as outras áreas gerenciadas possam retornar à eficiência desejada.

Inicialmente, foram analisadas as três áreas de conhecimento (escopo, custo e tempo). Um ponto interessante a ser enfatizado é que as principais inconsistências ocorreram no escopo, ou tiveram essa área como a sua causa raiz, como por exemplo a falta de projetos, atividades não previstas na etapa de Serviços Preliminares e a má divisão da etapa de Fundação e CONTENÇÃO.

A análise inicial foi feita no escopo, encontrando os seus problemas e verificando quais das outras áreas seriam afetadas, ao passo que nesse mesmo tópico foi feito o caminho inverso, analisando o custo e o tempo e chegando à conclusão do escopo como causa raiz do problema. Por último, foram apresentadas as propostas de melhoria, sendo possível observar nitidamente que os problemas ocorreram no escopo e tiveram o custo e/ou tempo afetados.

Durante a análise da Restrição Tripla, foi possível identificar boas práticas que valem a pena ser ressaltadas. Em resumo, os pontos mais satisfatórios foram: detalhamento do escopo, cronograma em linhas de balanço conectado ao avanço físico-financeiro, e o principal, a

comunicação da equipe de obra, fazendo com que retrabalhos sejam mínimos e a qualidade dos serviços elevada.

Além disso, propostas de melhoria foram apontadas. Estudo de viabilidade da obra, projetos elaborados e compatibilizados com antecedência e reformulação de etapas foram os principais pontos listados e que mostraram que o escopo da Empresa X precisa passar por alguns ajustes para que as demais áreas não sejam afetadas e outras obras não sofram as mesmas consequências do Edifício Alfa.

Por fim, outro ponto importante para a continuidade deste estudo além da análise do escopo, custo e tempo, seria o acompanhamento da qualidade dos serviços. O gerenciamento correto dessa área de conhecimento possibilita incorporar a política de qualidade da organização com relação ao planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto e do produto para atender os objetivos das partes interessadas. Ademais, com um gerenciamento da qualidade eficaz é possível verificar as anomalias presentes na execução das atividades, tendo a oportunidade de removê-las e assim aperfeiçoar as tarefas conforme as melhores práticas do mercado.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli. **O que é um estudo de caso qualitativo em educação?** Revista da Faeeba: Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 1, p. 95-103, dez. 2013.

BAHIA, Fabio Dias; FARIAS FILHO, José Rodrigues de. **Análise de Critérios de Sucesso em Projetos de Engenharia, Suprimentos e Construção (EPC)**. Revista de Gestão e Projetos, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 49-67, 17 maio 2011. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/gep.v1i2.15>.

BANDEIRA, Alisson da Silva. **GERENCIAMENTO DE PROJETOS: Aplicação das técnicas de análise de Valor Agregado no controle da construção de edifícios**. 8 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Unifavip, Caruaru, 2014.

BARBOSA, Christina; NASCIMENTO, Carlos Augusto Dornellas do; ABDOLLAHYAN, Farhad. **Gerenciamento de custos em projetos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2019.

BARCAUI, André Baptista. **Gerenciamento do tempo em projetos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

BRANDALISE, Diego. **A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso em Gerenciamento de Projetos, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2017.

CARÍSSIMO, Cláudio Roberto; MATIAS, Márcia Athayde; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha. **Teoria das Restrições: análise da aplicação empírica do processo de pensamento**

em uma empresa de home care. Revista Advances inScientific and Applied Accounting (ASAA), 2012. Disponível em: <https://asaa.anpcont.org.br/index.php/asaa/article/view/71/58>. Acesso em: 07 set. 2022.

FONSECA, Ana Clara Vianna Reis. **ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Análise de custo estrutural de uma edificação mista na cidade de Campanha, MG.** 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas - Unis MG, Varginha, 2016.

GANDRA, Thiago Duarte. **GESTÃO DE PRAZOS E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO.** 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

KRIPKA, Rosana; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa Lara. **Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa.** In: CIAIQ2015, 11º, 2015, Rio Grande do Sul. p. 243-247.

MATTOS, Aldo Dórea (ed.). **Planejamento e Controle de Obras.** 2ª ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019.

MENAS, Jefferson dos Santos. **Gerenciamento da restrição tripla em projetos de infraestrutura no Brasil.** 41 f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de MBA em Gerenciamento de Projetos, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2019.

PIURCOSKY, Fabricio Pelloso; MELLO, Ricardo Bernardes de; MELLO, Fabiane de; VAZ, Cássio Alves Ribeiro; OLIVEIRA, Filipe Flausino de. **CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO UTILIZANDO METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS: VANTAGENS DA RESTRIÇÃO TRIPLA.** In: II Congreso De Red De Cooperación Entre Instituciones De Enseñanza Superior Acinnet, 2, Paraguai: PKP, 2016. p. 1-18.

PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (org.). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).** 6ª. ed. São Paulo, 2017.

PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (org.). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).** 7ª. ed. São Paulo, 2021.

RAMOS, Antônio Cláudio Bento. **Estudo de análise de valor agregado no gerenciamento da obra Eko Home Club no ano de 2015: um estudo de caso.** 2016. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

SILVA, Dirceu da; LOPES, Evandro Luiz; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. **Pesquisa Quantitativa: elementos, paradigmas e definições.** Revista de Gestão e Secretariado, [S.L.], v. 05, n. 01, p. 01-18, 1 abr. 2014. Revista de Gestão e Secretariado (GESEC). <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v5i1.297>.

SILVA, Glaucia Pedrosa; LIMA, Joselice Ferreira. **Gerenciamento da Restrição Tripla em Gestão de Projetos no Terceiro Setor.** Minas Gerais: 2014.

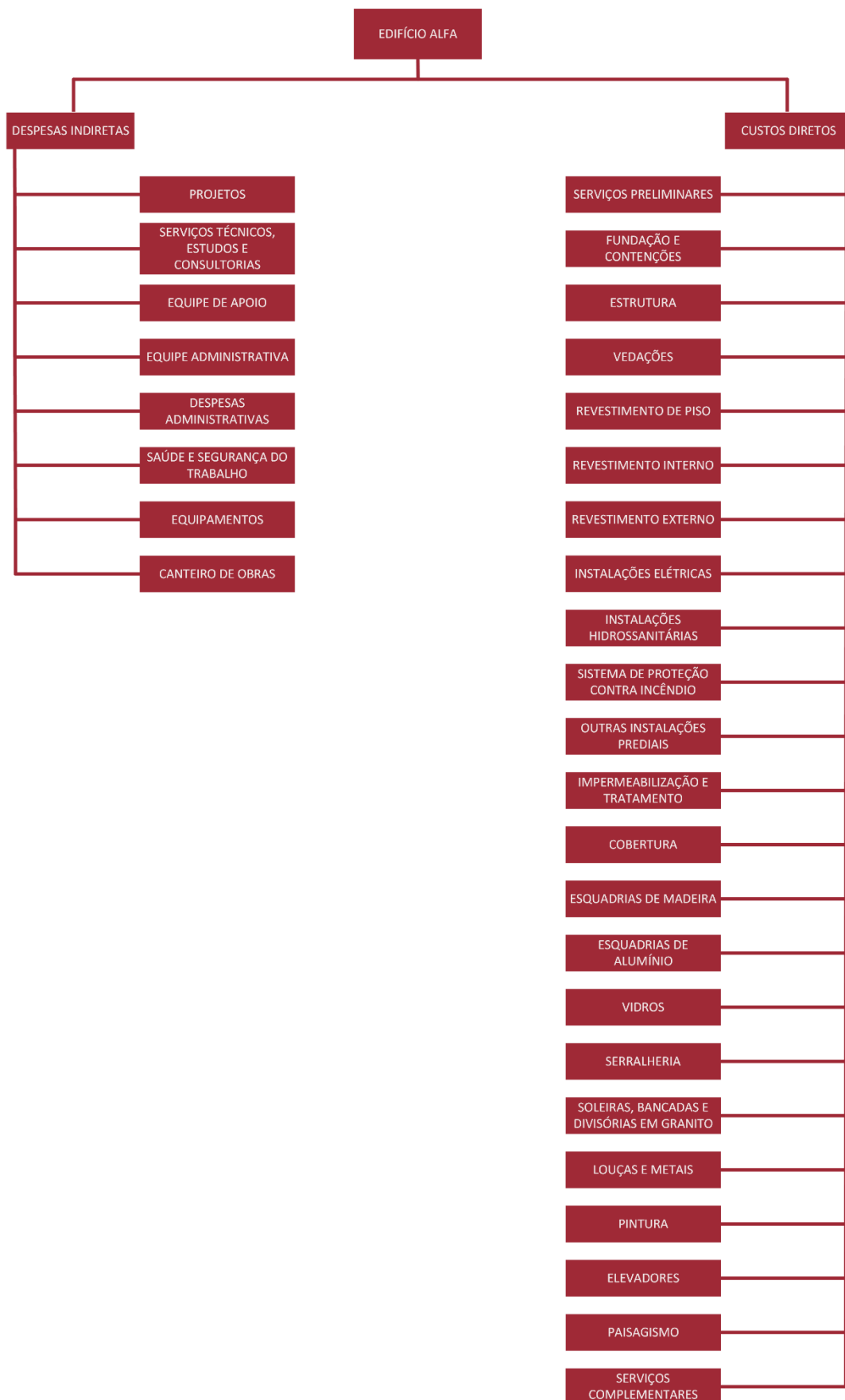
SIQUEIRA, Rodrigo George Piubello. **PLANEJAMENTO DE ESCOPO DE PROJETOS: O CASO DE UMA CONSULTORIA**. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juíz de Fora, Juíz de Fora, 2007.

SOTILLE, Mauro Afonso; MENEZES, Luis César de Moura; XAVIER, Luiz Fernando da Silva; PEREIRA, Mário Luís Sampaio. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2019.

VARGAS, Ricardo Viana. **Análise de Valor Agregado: Revolucionando o gerenciamento de prazos e custos**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018a.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018b.

APÊNDICE A – EAP EDIFÍCIO ALFA



APÊNDICE B – ORÇAMENTO SINTÉTICO EDIFÍCIO ALFA

GALERIA DE LOJAS E ESTACIONAMENTOS		
Código	Descrição	Valor
01	DESPESAS INDIRETAS	R\$ 10.865.810,28
01.001	PROJETOS	R\$ 555.500,00
01.002	SERVIÇOS TÉCNICOS, ESTUDOS E CONSULTORIAS	R\$ 383.767,14
01.003	EQUIPE DE APOIO	R\$ 1.375.616,00
01.004	EQUIPE ADMINISTRATIVA	R\$ 2.269.950,00
01.005	DESPESAS ADMINISTRATIVAS	R\$ 3.603.675,00
01.006	SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO	R\$ 1.230.739,93
01.007	EQUIPAMENTOS	R\$ 1.306.454,67
01.008	CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 140.107,54
02	CUSTOS DIRETOS	R\$ 27.003.660,55
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 3.036.122,88
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	R\$ 3.178.792,01
02.003	ESTRUTURA	R\$ 11.316.379,90
02.004	VEDAÇÕES	R\$ 586.515,94
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	R\$ 1.596.425,53
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	R\$ 627.945,73
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	R\$ 1.957.913,55
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 549.988,05
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 123.993,57
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	R\$ 216.356,01
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	R\$ 52.949,43
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	R\$ 331.540,77
02.013	COBERTURA	R\$ 33.296,99
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 33.296,99
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	R\$ 25.535,28
02.016	VIDROS	R\$ 839.454,92
02.017	SERRALHERIA	R\$ 171.543,10
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	R\$ 374.287,50
02.019	LOUÇAS E METAIS	R\$ 95.783,71
02.020	PINTURA	R\$ 474.022,52
02.021	ELEVADORES	R\$ 1.240.808,58
02.022	PAISAGISMO	R\$ 18.908,07
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 121.799,53
TOTAL DA UNIDADE CONSTRUTIVA		R\$ 37.869.470,83

TORRE EMPRESARIAL		
Código	Descrição	Valor
01	DESPESAS INDIRETAS	R\$ -
02	CUSTOS DIRETOS	R\$ 18.833.087,94
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ -
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	R\$ -
02.003	ESTRUTURA	R\$ 7.249.030,87

02.004	VEDAÇÕES	R\$ 624.144,30
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	R\$ 460.927,07
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	R\$ 716.179,26
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	R\$ 5.130.000,28
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.038.304,00
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 437.632,46
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	R\$ 213.835,69
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	R\$ 280.950,54
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	R\$ 134.765,38
02.013	COBERTURA	R\$ -
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 133.684,24
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	R\$ 21.992,38
02.016	VIDROS	R\$ 588.294,00
02.017	SERRALHERIA	R\$ 65.073,51
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	R\$ 212.100,44
02.019	LOUÇAS E METAIS	R\$ 196.430,87
02.020	PINTURA	R\$ 87.196,40
02.021	ELEVADORES	R\$ 1.188.311,32
02.022	PAISAGISMO	R\$ -
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 54.234,91
TOTAL DA UNIDADE CONSTRUTIVA		R\$ 18.833.087,94

TORRE RESIDENCIAL		
Código	Descrição	Valor
01	DESPESAS INDIRETAS	R\$ -
02	CUSTOS DIRETOS	R\$ 23.989.116,14
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ -
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	R\$ -
02.003	ESTRUTURA	R\$ 8.143.708,71
02.004	VEDAÇÕES	R\$ 1.007.396,70
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	R\$ 856.590,99
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	R\$ 1.343.651,07
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	R\$ 6.075.000,29
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.706.455,64
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 640.200,44
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	R\$ 192.444,31
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	R\$ 388.834,42
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	R\$ 267.569,49
02.013	COBERTURA	R\$ 78.680,33
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 389.712,25
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	R\$ 133.715,77
02.016	VIDROS	R\$ 79.650,00
02.017	SERRALHERIA	R\$ 148.574,88
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	R\$ 375.813,10
02.019	LOUÇAS E METAIS	R\$ 523.695,55

02.020	PINTURA	R\$	438.060,18
02.021	ELEVADORES	R\$	1.141.424,77
02.022	PAISAGISMO	R\$	-
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$	57.937,24
TOTAL DA UNIDADE CONSTRUTIVA		R\$	23.989.116,14
TOTAL DA OBRA		R\$	80.691.674,92

APÊNDICE C – CRONOGRAMA EDIFÍCIO ALFA

GALERIA DE LOJAS E ESTACIONAMENTOS			
Código	Descrição	Início	Término
01	DESPESAS INDIRETAS	-	-
01.001	PROJETOS	-	-
01.002	SERVIÇOS TÉCNICOS, ESTUDOS E CONSULTORIAS	-	-
01.003	EQUIPE DE APOIO	-	-
01.004	EQUIPE ADMINISTRATIVA	-	-
01.005	DESPESAS ADMINISTRATIVAS	-	-
01.006	SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO	-	-
01.007	EQUIPAMENTOS	-	-
01.008	CANTEIRO DE OBRAS	-	-
02	CUSTOS DIRETOS	-	-
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	03/02/2020	18/02/2022
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	14/09/2020	25/05/2023
02.003	ESTRUTURA	25/04/2022	08/01/2024
02.004	VEDAÇÕES	03/07/2023	19/03/2024
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	01/03/2024	07/10/2024
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	29/08/2023	14/11/2024
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	20/03/2024	31/12/2024
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	01/08/2023	13/11/2024
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	21/07/2023	08/05/2024
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	24/10/2023	04/11/2024
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	25/09/2023	19/11/2024
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	30/10/2023	28/08/2024
02.013	COBERTURA	-	-
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	14/05/2024	09/08/2024
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	15/03/2024	04/11/2024
02.016	VIDROS	08/05/2024	14/11/2024
02.017	SERRALHERIA	09/01/2024	12/03/2024
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	01/03/2024	07/10/2024
02.019	LOUÇAS E METAIS	05/04/2024	09/10/2024
02.020	PINTURA	16/04/2024	06/12/2024
02.021	ELEVADORES	20/03/2024	31/12/2024
02.022	PAISAGISMO	16/08/2024	06/12/2024
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	22/05/2024	31/12/2024
INÍCIO/TÉRMINO DA UNIDADE CONSTRUTIVA		03/02/2020	31/12/2024

TORRE EMPRESARIAL			
Código	Descrição	Início	Término
01	DESPESAS INDIRETAS	-	-
02	CUSTOS DIRETOS	-	-
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	-	-
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	-	-
02.003	ESTRUTURA	21/11/2022	12/09/2023

02.004	VEDAÇÕES	08/02/2023	31/10/2023
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	08/12/2023	25/03/2024
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	13/07/2023	03/07/2024
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	06/10/2023	17/10/2024
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	06/07/2023	28/06/2024
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	06/07/2023	27/10/2023
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	11/07/2023	10/05/2024
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	24/04/2023	02/09/2024
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	17/11/2023	09/04/2024
02.013	COBERTURA	07/03/2024	18/04/2024
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	15/12/2023	05/04/2024
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	13/12/2023	01/08/2024
02.016	VIDROS	28/12/2023	15/08/2024
02.017	SERRALHERIA	12/07/2023	17/10/2023
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	08/12/2023	04/04/2024
02.019	LOUÇAS E METAIS	22/12/2023	25/04/2024
02.020	PINTURA	02/01/2024	03/10/2024
02.021	ELEVADORES	21/06/2023	05/10/2023
02.022	PAISAGISMO	-	-
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	16/09/2024	13/12/2024
INÍCIO/TÉRMINO DA UNIDADE CONSTRUTIVA		21/11/2022	13/12/2024

TORRE RESIDENCIAL			
Código	Descrição	Início	Término
01	DESPESAS INDIRETAS	-	-
02	CUSTOS DIRETOS	-	-
02.001	SERVIÇOS PRELIMINARES	-	-
02.002	FUNDAÇÃO E CONTENSÕES	-	-
02.003	ESTRUTURA	17/01/2022	10/11/2022
02.004	VEDAÇÕES	10/03/2022	30/03/2023
02.005	REVESTIMENTO DE PISO	09/05/2023	08/12/2023
02.006	REVESTIMENTO INTERNO	03/10/2022	01/04/2024
02.007	REVESTIMENTO EXTERNO	09/02/2023	18/09/2023
02.008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	19/09/2022	26/06/2024
02.009	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	01/12/2022	28/09/2023
02.010	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	15/03/2023	22/01/2024
02.011	OUTRAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	20/12/2022	22/07/2024
02.012	IMPERMEABILIZAÇÃO E TRATAMENTOS	11/04/2023	24/10/2023
02.013	COBERTURA	17/04/2023	31/05/2023
02.014	ESQUADRIAS DE MADEIRA	29/08/2023	18/12/2023
02.015	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	22/05/2023	06/05/2024
02.016	VIDROS	11/12/2023	28/03/2024
02.017	SERRALHERIA	30/09/2022	03/01/2023
02.018	SOLEIRAS, BANCADAS E DIVISÓRIAS EM GRANITO	09/05/2023	15/12/2023
02.019	LOUÇAS E METAIS	05/09/2023	05/04/2024

02.020	PINTURA	30/01/2024	21/06/2024
02.021	ELEVADORES	12/01/2023	15/05/2024
02.022	PAISAGISMO	-	-
02.023	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	19/09/2023	22/07/2024
INÍCIO/TÉRMINO DA UNIDADE CONSTRUTIVA		17/01/2022	22/07/2024

JOÃO ANTÔNIO MONTEIRO MARTINS

**RESTRIÇÃO TRIPLA UTILIZADA NO GERENCIAMENTO DE OBRAS: um estudo
de caso em um edifício de uso misto na cidade de Caruaru - PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Aprovado em 10 de maio de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Flávio Eduardo Gomes Diniz (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Dannúbia Ribeiro Pires (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco