

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRÉ CURCINO RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**APLICAÇÃO DO TRIÂNGULO DE RESTRIÇÕES EM REFORMAS DE OBRAS  
COMERCIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO**

**PALMAS**

**2021**

**ANDRÉ CURCINO RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**APLICAÇÃO DO TRIÂNGULO DE RESTRIÇÕES EM REFORMAS DE OBRAS  
COMERCIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro  
Civil do Instituto Federal do Tocantins,  
Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Virley Lemos de Souza  
Coorientador: Eng. Lúcio Mota Marinho Junior

**PALMAS**

**2021**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

- O48a      Oliveira, André Curcino Ribeiro de  
            Aplicação do triângulo de restrições em reformas de obras comerciais:  
            um estudo de caso na cidade de Palmas-TO. / André Curcino Ribeiro de  
            Oliveira. – Palmas, TO, 2021.  
            78 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –  
            Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus  
            Palmas, Palmas, TO, 2021.
- Orientador: Dr. Virley Lemos de Souza  
            Coorientador: Lúcio Mota Marinho Junior
1. Gerenciamento. 2. PMBOK. 3. Tripla Restrição. I. Lemos de Souza,  
            Virley. II. Mota Marinho Junior, Lúcio. III. Título.

**CDD 624**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ANDRÉ CURCINO RIBEIRO DE OLIVEIRA**

### **APLICAÇÃO DO TRIÂNGULO DE RESTRIÇÕES EM REFORMAS DE OBRAS COMERCIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil  
Instituto Federal do Tocantins - Campus  
Palmas, como exigência à obtenção do grau em  
Engenheiro Civil.

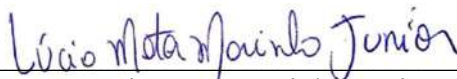
Aprovado em 03 de fevereiro de 2021.

#### **BANCA AVALIADORA**



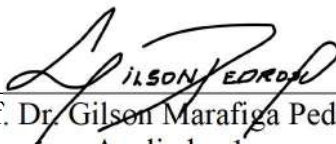
---

Prof. Dr. Virley Lemos de Souza  
Orientador



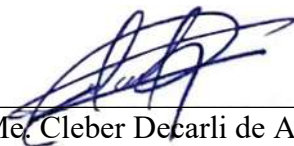
---

Eng. Lúcio Mota Marinho Junior  
Coorientador



---

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedrosa  
Avaliador 1



---

Prof. Me. Cleber Decarli de Assis  
Avaliador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão primeiro a Deus que até aqui me ajudou, pelos dons concedidos, em especial a minha vida, a minha família e os meus amigos – todos tesouros valiosos para mim.

Gratidão à minha família, meu pai Pedro, minha mãe Lusinete, meus irmãos Sara, Pedro Júnior, Larissa, Milla e Francisca, que contribuíram para minha geração e formação enquanto homem e, por isso também, enquanto engenheiro civil. Sem o amor, o apoio e a confiança despejados sobre mim, o caminho seria mais difícil e menos feliz do que foi.

Gratidão aos meus amigos, sobretudo aos que jamais deixaram a oportunidade do incentivo, da crítica e do elogio passar, aos de verdade.

Gratidão ao professor Dr. Virley Lemos de Souza, meu orientador, e ao engenheiro civil Lúcio Mota Marinho Junior, meu coorientador, que juntos brilhantemente me instruíram e deram condições para que eu alcançasse a tão desejada conclusão de curso. Obrigado pelos anos compartilhados nos quais os enxerguei, e ainda enxergo, como grandes exemplos de pessoa e de profissional.

Gratidão a Rio Construção que me abriu portas para uma imersão no universo de obras. Mais do que isso, me abriu as portas do seu interior, para fazer parte mais do que um funcionário qualquer. Minha perspectiva profissional e pessoal mudou fazendo parte desse time incrível.

Gratidão aos professores Dr. Gilson Marafiga Pedroso e Me. Cleber Decarli de Assis que aceitaram compor a minha banca avaliadora e colaboraram para a melhoria deste trabalho além de terem sido fundamentais, também como bons exemplos de pessoa e de profissional, para meu processo de crescimento acadêmico ao longo dos anos de graduação.

## RESUMO

A construção civil é um setor importante para a economia brasileira, pois gera empregos e renda com rapidez e comporta muitos profissionais, formais e informais. A entrega de obras, que cumpram o prazo e o custo acordados sem abrir mão da qualidade é um problema a ser estudado. Este estudo de caso se concentra em apresentar vantagens da aplicação do conceito da tripla restrição em reformas comerciais, a fim de dar resposta ao problema mencionado anteriormente. O gerenciamento de um projeto requer a aplicação de conceitos, ferramentas e métodos. Tema deste trabalho, o conceito da tripla restrição aborda a necessidade de se equilibrar restrições comuns a qualquer projeto de reforma e construção. O conceito se vale das definições do escopo, custo, cronograma e qualidade que devem ser atendidas pelo gerente do projeto. O Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK®) fornece uma extensão cujo foco é a área de construção civil. A consulta ao Guia PMBOK é fundamental para a compreensão das restrições de um projeto e a partir delas, estabelecer metas. Através de um comparativo entre ações planejadas e executadas, percebeu-se que as situações de obra não seguem integralmente conforme o planejamento inicial e que, com as alterações, o gerenciamento se torna ainda mais imprescindível para superar as adversidades impostas.

**Palavras-chave:** Gerenciamento. PMBOK. Tripla Restrição. Projeto.

## **ABSTRACT**

Civil construction is an important sector for the Brazilian economy, because it generates jobs and income quickly and has many professionals, formal and informal. The delivery of works, which meet the agreed deadline and cost without giving up quality is a problem to be studied. This case study focuses on presenting advantages of applying the triple restriction concept in trade reforms in order to address the problem mentioned above. The management of a project requires the application of concepts, tools and methods. The subject of this work, the triple restriction concept addresses the need to balance common constraints to any reform and construction project. The concept relies on the definitions of scope, cost, schedule and quality that must be met by the project manager. The Project Management Knowledge Guide (PMBOK®) provides an extension whose focus is the civil construction area. Consulting the PMBOK Guide is fundamental for understanding the constraints of a project and from them, establishing goals. Through a comparison between planned and executed actions, it was noticed that the construction situations do not fully follow the initial planning and that, with the changes, the management becomes even more indispensable to overcome the imposed adversities.

**Keywords:** Management. PMBOK. Triple Restriction. Project.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Triângulo de Restrições .....                                      | 12 |
| Figura 2 - "Estrela" de Restrições.....                                       | 13 |
| Figura 3 - Ações para inicialização e execução de projetos .....              | 14 |
| Figura 4 - Exemplo de Esfera de Influência do Gerente de Projetos .....       | 15 |
| Figura 5 - Custos totais de projeto.....                                      | 20 |
| Figura 6 - Fluxograma Geral do Estudo .....                                   | 23 |
| Figura 7 - Fluxograma da 1ª Etapa do Trabalho.....                            | 23 |
| Figura 8 - Fluxograma da 2ª Etapa do Trabalho.....                            | 24 |
| Figura 9 - Planta de layout da Reforma "A" .....                              | 25 |
| Figura 10 - Modelagem do layout da Reforma "B" .....                          | 26 |
| Figura 11 - Planta baixa da reforma "A" .....                                 | 29 |
| Figura 12 - Recorte do orçamento da reforma "A" .....                         | 30 |
| Figura 13 - Cronograma inicial da obra.....                                   | 31 |
| Figura 14 - Planta de demolição da reforma "B" .....                          | 32 |
| Figura 15 - Plantas construtivas da reforma "B" .....                         | 33 |
| Figura 16 - Recorte do orçamento da reforma "B" .....                         | 34 |
| Figura 17 - Recorte do cronograma da reforma "B" .....                        | 35 |
| Figura 18 - Passagem de eletrodutos .....                                     | 36 |
| Figura 19 - Pilaretes da fachada frontal do edifício.....                     | 36 |
| Figura 20 - Execução do contrapiso .....                                      | 37 |
| Figura 21 - Posicionamento inicial das evaporadoras .....                     | 37 |
| Figura 22 - Parede que recebeu as duas evaporadoras .....                     | 38 |
| Figura 23 - Assentamento de porcelanato .....                                 | 39 |
| Figura 24 - Impermeabilização do lavabo .....                                 | 39 |
| Figura 25 - Parede com revestimento 3D incompleto .....                       | 40 |
| Figura 26 – Projeto da parede com revestimento 3D .....                       | 40 |
| Figura 27 - Estante suspensa .....                                            | 41 |
| Figura 28 - Estante com instalação de evaporadora e perfil de led .....       | 42 |
| Figura 29 - Abertura no forro para instalação da porta de correr da copa..... | 42 |
| Figura 30 - Sala entregue a cliente .....                                     | 43 |
| Figura 31 - Lavabo concluído.....                                             | 43 |
| Figura 32 - Parte do entulho da demolição.....                                | 44 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 33 - Local com cabeamento exposto.....                             | 45 |
| Figura 34 - Vista da sala de espera à esquerda.....                       | 45 |
| Figura 35 - Vista da sala de espera à direita.....                        | 46 |
| Figura 36 - Vedação das janelas venezianas sobre esquadrias de vidro..... | 46 |
| Figura 37 - Construção da parede divisória em drywall.....                | 47 |
| Figura 38 - Retrabalho de demolição .....                                 | 47 |
| Figura 39 - Revestimento do banheiro assentado.....                       | 48 |
| Figura 40 - Projeto do revestimento, bancada e armário do banheiro.....   | 49 |
| Figura 41 - Vistas do projeto do banheiro .....                           | 49 |
| Figura 42 - Sala de espera concluída .....                                | 50 |
| Figura 43 - Brinquedoteca da sala de espera .....                         | 50 |
| Figura 44 - Exemplo de relatório financeiro semanal .....                 | 52 |
| Figura 45 - Exemplo de relatório físico semanal.....                      | 54 |

## **LISTA DE SIGLAS**

|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| CBIC   | Câmara Brasileira da Indústria da Construção             |
| CNI    | Confederação Nacional da Indústria                       |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística          |
| PMBOK® | Project Management Body Of Knowledge                     |
| PMI    | Project Management Institute                             |
| SEBRAE | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas |
| TCC    | Trabalho de Conclusão de Curso                           |

## SUMÁRIO

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                           | <b>5</b>  |
| <b>2 PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>                                 | <b>8</b>  |
| <b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>                                        | <b>9</b>  |
| <b>4 OBJETIVOS .....</b>                                            | <b>10</b> |
| 4.1 Objetivo Geral .....                                            | 10        |
| 4.2 Objetivos Específicos .....                                     | 10        |
| <b>5 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                 | <b>11</b> |
| 5.1 Conceito do Triângulo de Restrições.....                        | 11        |
| 5.2 Conceito de projeto e gerenciamento de projeto .....            | 13        |
| 5.3 Gerenciamento do escopo.....                                    | 16        |
| 5.4 Gerenciamento do cronograma.....                                | 17        |
| 5.5 Gerenciamento do custo .....                                    | 19        |
| <b>6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>                          | <b>22</b> |
| 6.1 Caracterização do estudo .....                                  | 22        |
| 6.2 Etapas de trabalho.....                                         | 23        |
| 6.3 Definição das unidades-caso .....                               | 24        |
| 6.3.1 Contextualização da reforma “A”.....                          | 25        |
| 6.3.2 Contextualização da reforma “B”.....                          | 26        |
| 6.4 Peças técnicas analisadas.....                                  | 27        |
| 6.5 Atividades de maior complexidade de gestão .....                | 27        |
| 6.6 Confeção da cartilha sobre o triângulo de restrições .....      | 27        |
| <b>7 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS .....</b>                        | <b>28</b> |
| 7.1 Análise das peças técnicas.....                                 | 28        |
| 7.1.1 Compatibilização entre as peças técnicas da reforma “A” ..... | 28        |
| 7.1.2 Compatibilização entre as peças técnicas da reforma “B” ..... | 31        |
| 7.2 Confrontação entre as ações planejadas e executadas .....       | 35        |

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.2.1 Confrontações acerca da reforma “A” .....                                  | 36        |
| 7.2.2 Confrontações acerca da reforma “B” .....                                  | 44        |
| 7.3 Aplicação do conceito do triângulo de restrições nas reformas estudadas..... | 51        |
| 7.3.1 Gerenciamento do escopo executado .....                                    | 51        |
| 7.3.2 Gerenciamento do custo executado .....                                     | 51        |
| 7.3.3 Gerenciamento do cronograma executado .....                                | 53        |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                               | <b>55</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                         | <b>57</b> |
| <b>APÊNDICE A – Cartilha sobre a aplicação do triângulo de restrições .....</b>  | <b>61</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da engenharia civil brasileira é um forte setor econômico do Brasil. Gerador de muitos empregos, dos quais boa parte são preenchidos com facilidade, uma vez que não requer nível de escolaridade avançado, esse setor oscila conforme a economia do país. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2020) afirma que a construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda.

Conforme Gonçalves (2015), a construção civil no país tem comportamento pró-cíclico. Ou seja, as variações da economia nacional influenciam diretamente nas atividades do setor. Ao discorrer sobre essa tendência cíclica do setor da construção civil no Brasil, Gonçalves (2015) explica a situação ocorrida no ano de 2008 quando “a construção civil, sobretudo em seu segmento habitacional, foi fortemente estimulada e reagiu de maneira bastante positiva” em meio a um cenário de crise econômica mundial.

Contudo, após um período de muita produção, em 2014, segundo relatório da CBIC (2016), iniciou-se o processo de inversão do ciclo, com o país declinando na economia nacional e consequentemente afetando setores sensíveis, como o da construção civil. E sobre isso a CBIC emitiu um artigo elucidativo sobre a situação de crise. Baseando-se nos dados do ano de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a CBIC (2016) alertou na época:

O PIB da construção civil registrou, em 2015, a maior queda dos últimos 12 anos. Diante de um cenário marcado por deterioração fiscal, incertezas políticas, baixo patamar de confiança, queda na produção, recessão econômica, desemprego elevado e crescente e inflação superior ao teto da meta (estagflação), a Construção Civil, de acordo com os dados divulgados [...] pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registrou queda de 7,6% em seu Produto Interno Bruto (PIB). É a segunda queda consecutiva na produção da Construção Civil no Brasil e mais expressiva desde 2003 (-8,9%). Em 2014 o setor já havia registrado redução de 0,9% em suas atividades. Assim, no biênio 2014-2015 o segmento, essencial para o desenvolvimento do País, registrou queda de inacreditáveis 8,43%. Em 2015 a economia brasileira, de acordo com o IBGE, apresentou redução de 3,8% em seu PIB, a maior registrada na nova série histórica do indicador, iniciada em 1996.

“A partir de 2014, o segmento da construção passou a refletir o ambiente de desaceleração da atividade econômica do país, evidenciado, no âmbito da demanda interna, pela perda de dinamismo do consumo das famílias” (OLIVEIRA, 2017). Com esse cenário de esfacelamento, o setor passou a refletir e entender o processo de queda. Segundo o IBGE, em 2015, o Brasil perdeu mais de 1,5 milhão de vagas com carteira assinada, a inflação (10,67%)

desde 2002 não alcançava esse patamar e os juros subiram como nunca nos 10 anos anteriores (CBIC, 2016).

Durante esses anos de crise no mercado da construção civil, o planejamento e gerenciamento das obras se tornaram mais relevantes, afinal, a abundância de recursos financeiros na produção de empreendimentos de médio e baixo padrão já não existia e mesmo no setor público muitas obras foram suspensas (INTER.B, 2016). Para superar as dificuldades causadas pela crise era preciso trabalhar com maior eficiência, otimizando os recursos e se resguardando tecnicamente de eventuais problemas, ou seja, antecipando suas origens. Assim, o profissional capacitado para o gerenciamento de projeto pode se destacar no mercado e se manter atuante.

Esse profissional, chamado gerente de projeto, possui muitas atribuições e também meios para as executar, isto é, com o desenvolvimento de práticas que obtiveram sucesso, ao longo dos anos, foram sendo compartilhadas informações e instruções de gerenciamento. Com isso, boas práticas e ferramentas do gerenciamento de projeto passaram a ser mais difundidas e utilizadas.

Um dos conceitos consolidados entre muitos autores da área de planejamento e gerenciamento de projeto é o Triângulo de Restrições, também chamado de Tripla Restrição ou Triângulo de Ferro (nomenclatura mais primitiva), que consiste no equilíbrio entre as variáveis escopo, tempo e custo, que são necessidades a serem atendidas, ou seja, limitações que o gerente do projeto deve atender, a fim de se obter sucesso na entrega do produto (BUSSACARINI, 2018). A qualidade é a quarta variável do Triângulo de Restrições, posicionada no centro da ilustração, indicando que é sensível à todas alterações que afetem no equilíbrio entre as variáveis anteriores.

Apesar da complexidade atual inerente à gestão de projetos, o conceito do Triângulo de Restrições ainda permanece válido, considerando que hoje muitos projetos ainda falham por não atender a essas variáveis conflitantes básicas que formam a tripla restrição no gerenciamento do projeto. A exemplo disso, um levantamento recente feito no Brasil apresentou que 96% das obras públicas analisadas na pesquisa contaram com aditivos de prazo e ainda 72% tiveram aditivos de valor (MENAS, 2019).

Percebe-se com base no que os autores discorrem, que as boas práticas adotadas durante os tempos de crise também são válidas para os momentos de alta do mercado, isto é, quanto melhor planejados e gerenciados são os projetos, melhores são o produto entregue, a satisfação dos usuários e a produtividade e lucratividade do empreendedor. A utilização do conceito de Tripla Restrição é útil para aquele cuja responsabilidade é executar um projeto. Mesmo com

outras variáveis importantes merecedoras de atenção, o gerente do projeto consegue obter bons resultados gerenciando o escopo, o tempo e o custo de sua obra, seja ela de construção ou então de reforma como é o caso deste estudo.

Neste trabalho, o autor discorre sobre a aplicação do conceito da tripla restrição e os resultados nas obras em que analisou. Embora o conceito seja antigo e consolidado, vê-se relevância em apresentar esse método de gerenciamento de projetos com o intuito de otimizar os recursos e alcançar as metas estipuladas.

## 2 PROBLEMA DE PESQUISA

Conforme aponta Arruda (2020), os projetos, o orçamento e o cronograma são peças técnicas de engenharia importantes para as tomadas de decisão, previsibilidade do desenvolvimento da obra e cumprimento dos acordos com os clientes. A partir de um escopo bem definido é possível orçar com maior precisão o custo da obra, conferindo nas cotações os prazos de fornecimento dos insumos e outros detalhes e assim lançar as atividades no cronograma já considerando as nuances advindas do mercado da construção civil que tendem a onerar a execução dos serviços ou estender seu prazo de conclusão.

Ramabodu e Vester (2010) apontam as alterações de escopo como fator mais crítico na execução de um projeto. E aliado a essa prática comum estão a má qualidade das peças técnicas ou inexistência delas. Como já citado, qualquer mudança de uma das variáveis (escopo, custo ou prazo) tende a afetar ao menos uma das outras duas. Creedy (2004) ainda reforça que as alterações de escopo nas etapas finais dos projetos impactam seriamente sobre o custo e prazo, aumentando-os consideravelmente na maioria dos casos.

Assim, esse trabalho se propõe a oferecer uma resposta para o problema recorrentemente enfrentado por profissionais formais da engenharia e seus clientes: como executar uma obra de reforma com qualidade e no custo e prazo combinados entre as partes?

### 3 JUSTIFICATIVA

O gerenciamento de obras pode ser realizado conforme vários métodos conceituados ao longo dos anos. O conceito do triângulo de restrições é um desses métodos. Ao aplicá-lo nas reformas estudadas, observou-se vantagens que colaboravam para o alcance dos objetivos do projeto. A utilização de um método, cujo principais pilares são o escopo, o custo, o prazo e a qualidade, possibilita superar gargalos da construção civil, como a imprevisibilidade de custos e prazos e baixa qualidade de serviços.

Uma pesquisa feita pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2011) aponta que 89% das construtoras enfrentam dificuldades em virtude da baixa qualificação de mão de obra e, desse modo, estagnam na produtividade, não melhoram a qualidade dos serviços prestados e não cumprem os prazos estipulados. Percebe-se, em geral, que a mão de obra no país é pouco especializada, sobretudo em serviços mais finos, de acabamento. Com uma mão de obra que oscila tanto em qualidade e produtividade, executar adequadamente uma obra, seja de construção ou reforma, atendendo ao prazo e ao custo estipulados é um trabalho complexo e que cabe ao profissional de engenharia capacitado para o gerenciamento.

Segundo a Pesquisa sobre os Impactos da Responsabilidade Social na Indústria da Construção (2017) o mercado informal ganha mais do que ganha o mercado formal. Além de uma concorrência desigual, o mercado informal tem práticas que não costumam atender o escopo, o tempo e o custo previstos, gerando transtornos.

Assim, buscando evitar os problemas já citados, a partir da utilização de métodos como o do triângulo de restrições, o serviço de quem gere a obra é facilitado, enquanto aqueles que não investem em gerenciamento comumente levam aos clientes menos qualidade e mais problemas de cunho financeiro ou temporal. Essas práticas inadequadas influenciam negativamente no ramo da construção civil, prejudicando também os profissionais formais.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Realizar um estudo de caso em reformas de obras comerciais, no município de Palmas-TO, avaliando a aplicação do conceito da Tripla Restrição.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a relação entre as variáveis do Triângulo de Restrições (escopo, tempo e custo) nas obras selecionadas;
- Apresentar a importância das peças técnicas (projetos, orçamento e planejamento) para a tomada de decisão do supervisor da obra e do cliente;
- Criar uma cartilha com base na utilização do Triângulo das Restrições em obras de reforma de pequeno porte.

## 5 REVISÃO DE LITERATURA

Muitos autores, como Duarte (2012), Louzada (2019) Silva E Lima (2014) e Serpa (2016) discorrem sobre os temas envolvendo a Tripla Restrição apresentando como o conceito pode auxiliar satisfatoriamente no gerenciamento de projetos. A revisão de literatura desse trabalho se baseou nos conceitos, sobretudo, do guia *Project Management Body Of Knowledge* (PMBOK®) do *Project Management Institute* (PMI), que agrega ideias e experiências de muitos outros profissionais da área de gestão de projetos ao longo de vários anos desde 1996. A de se dizer que apenas o uso do guia não garante sucesso, como ressalta o artigo de MOBUSS (2017), “o conteúdo do PMBOK não é uma receita pronta para o sucesso. Empresas que pretendam obter resultados positivos [...] devem criar planos de ação e adequação de suas políticas e operações para que os novos conceitos sejam implementados corretamente.”

Livros, teses, monografias, artigos, informativos entre outros também serviram de consulta a fim de corroborar desde a escolha do tema do trabalho até o embasamento teórico, reflexões e análises. As obras são consolidadas, entretanto, os profissionais da área ao atualizarem seus estudos e experiências podem alterar um termo ou outro, redefinir conceitos, entre outras mudanças que tendem a representar melhor o que há de mais coerente na atualidade.

### 5.1 Conceito do Triângulo de Restrições

Define-se o conceito do Triângulo de Restrições como:

[...] a análise do equilíbrio entre os requisitos de custos, prazo e escopo. Atributos-chave que, quando devidamente gerenciados, contribuem de maneira relevante com o atendimento da qualidade, com a eficiência de gestão e com o sucesso na entrega de um projeto (BUSSACARINI, 2018).

O surgimento do conceito do Triângulo de Restrições, também chamado de Tripla Restrição, é creditado ao Dr. Martin Barnes (1969) que o denominou inicialmente como Triângulo de Ferro e pontuou as principais restrições de projeto que dão condições de sucesso na entrega do projeto. Barnes concluiu que a alteração de uma afeta as outras duas variáveis. Muito se discutiu sobre quais seriam essas restrições até que foram definidas o escopo, o tempo e o custo (LANGSTON, 2013).

Figura 1 - Triângulo de Restrições



Fonte: GANSKE (2020)

Como é observado na figura 1, o Triângulo de Restrições possui na verdade 4 restrições, entretanto, para fins desse trabalho, é considerado que a qualidade é um elemento fixo e não variável, mesmo sabendo que o gerente do projeto ao não se dedicar a essa restrição pode colocar a perder todo o projeto. Portanto, admite-se que atender a qualidade é ação intrínseca e indispensável e por isso, essa restrição não será profundamente abordada.

A restrição da qualidade foi adicionada ao triângulo após anos de experiência da cadeia de gerenciamento de projetos. Ressalta-se sobre a qualidade:

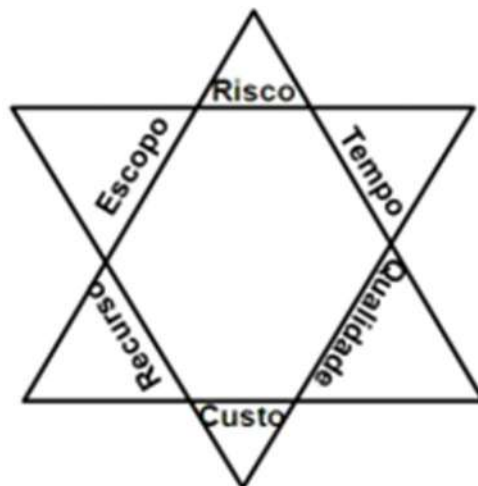
[...] Não há padrão de qualidade universal. Em qualquer projeto, a qualidade é definida dentro do próprio projeto. Para algumas empresas, manter um projeto dentro do orçamento é a medida mais importante de qualidade. Para outras, colocá-lo no mercado a tempo é mais interessante. Um gerente de projetos deve saber como a qualidade é definida para a organização e o projeto específico (MICROSOFT, 2019).

Assim, cada projeto é único e os meios de execução diferem a partir da necessidade do próprio projeto. É certo, como já abordado nesse trabalho, que todas as variáveis são importantes para o sucesso e em alguns outros casos envolvem até mais variáveis. “A importância de cada restrição é diferente para cada projeto, e o gerente de projetos adapta a abordagem para gerenciar essas restrições com base em ambiente do projeto, cultura da organização, necessidades das partes interessadas e outras variáveis” (GUIA PMBOK 2017 p. 28).

O conceito da Tripla Restrição foi muito difundido e também por isso muito criticado. Ao longo dos anos foram surgindo adaptações e melhorias do conceito que até não justificam

mais o termo de Triângulo de Restrições. O Guia PMBOK (2008) incrementou outras 3 variáveis, dando forma então a uma “estrela” de restrições, apresentado na figura 2, a qual mantinha o equilíbrio entre as variáveis para sucesso do projeto.

Figura 2 - "Estrela" de Restrições



Fonte: GUIA PMBOK (2008)

Mesmo o Triângulo de Restrições não ser mais tão atual, esse conceito ainda é muito válido ao gerenciar obras de reformas ou de construção civil de pequeno porte. Na cidade de Palmas, capital do Tocantins, há uma empresa de médio porte que difunde seu método de trabalho baseado na Tripla Restrição. Segundo Arruda (2020), proprietário da empresa citada, nos últimos três anos já entregou mais de trinta obras de reforma e construção na cidade seguindo o escopo, o prazo e o custo estipulados entre as partes interessadas, isto é, cliente contratante e construtora contratada.

## 5.2 Conceito de projeto e gerenciamento de projeto

Naturalmente, o projeto é concebido antes do seu gerenciamento. O Guia PMBOK (2017) define o que é projeto e o que é gerenciamento de projeto e aborda algumas ações importantes do gerenciamento e restrições de projeto comumente conflitantes.

Define-se projeto como:

[...] esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. A sua natureza temporária indica um início e um término definidos. Temporário não significa necessariamente que um projeto tem curta duração. O fim de um projeto é alcançado quando os objetivos são atingidos ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não

podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de existir. A decisão de encerrar um projeto requer aprovação e autorização de uma autoridade apropriada (GUIA PMBOK 2017 p. 542).

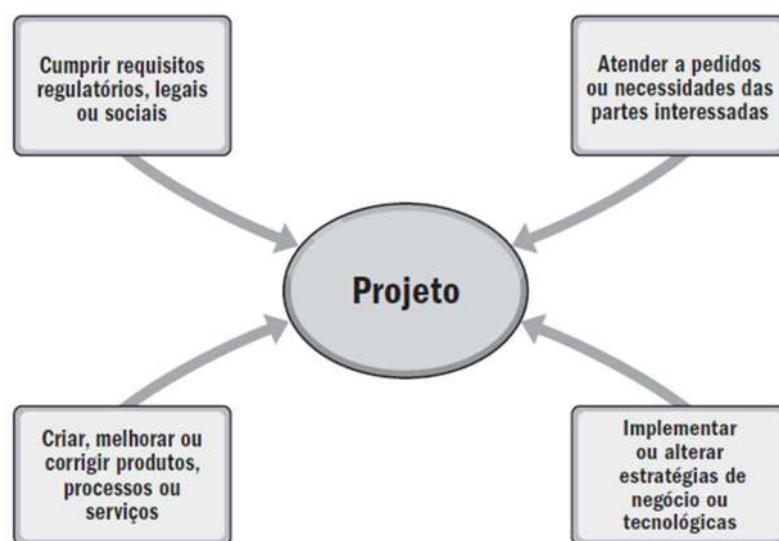
Enquanto o gerenciamento de projeto consiste, segundo o Guia PMBOK (2017, p. 542) em:

[...] aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto.

Um projeto envolve muitos interesses desde a sua idealização. Qualquer projeto surge em um contexto ou ambiente com o intuito de atender a uma demanda e para isso são estipulados os objetivos e métodos para alcançar sucesso. Obter resultado satisfatório ao término do projeto exige maestria do gerente de projeto que deve ser capaz de aglutinar as condições necessárias para início e execução dos trabalhos.

Essas ações são ratificadas pelo Guia PMBOK (2017, p. 53), que apresenta que “o gerente de projetos lidera a equipe do projeto para atender aos objetivos do mesmo e às expectativas das partes interessadas. O gerente de projetos trabalha para equilibrar as restrições que atuam sobre o projeto com os recursos disponíveis.” Na figura 3, pode-se notar algumas das ações importantes para início de desenvolvimento do projeto.

Figura 3 - Ações para inicialização e execução de projetos



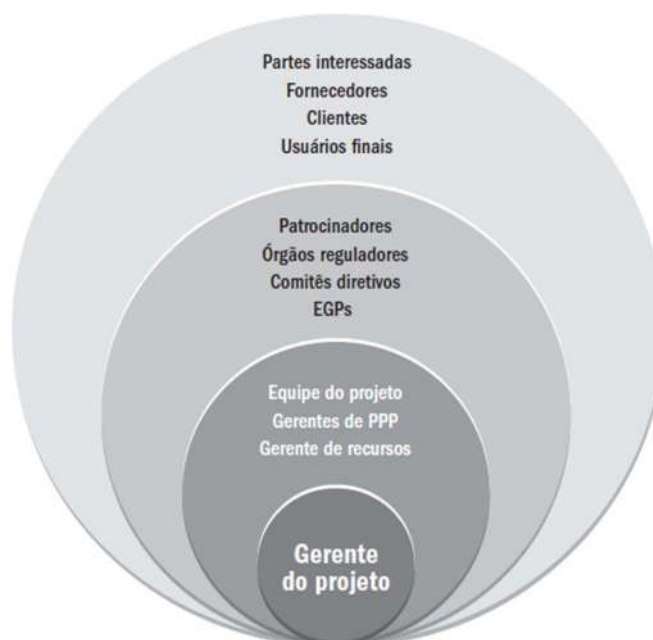
Fonte: GUIA PMBOK (2017)

É importante gerenciar bem o projeto pois quando esse é feito com eficiência e é eficaz rende muitos benefícios a indivíduos, grupos e instituições. “O gerente de projetos executa

funções de comunicação entre o patrocinador, os membros da equipe e outras partes interessadas. Isso inclui fornecer diretrizes e apresentar a visão de sucesso para o projeto” (Guia PMBOK 2017, p. 53).

O gerente de projetos utiliza habilidades comportamentais (por exemplo, habilidades interpessoais e a capacidade de gerenciar pessoas) para equilibrar as metas conflitantes e concorrentes das partes interessadas no projeto para chegar a um consenso. Neste contexto, consenso significa que as partes interessadas relevantes apoiam as decisões e ações do projeto mesmo quando não há 100% de concordância (GUIA PMBOK 2017, p. 53).

Figura 4 - Exemplo de Esfera de Influência do Gerente de Projetos



Fonte: GUIA PMBOK (2017)

Com base no Guia PMBOK (2017) ainda, é possível salientar que quando bem feito, o gerenciamento ajuda no cumprimento dos objetivos, satisfação das partes interessadas, previsibilidade, chances de sucesso entre outros. Enquanto a mal execução do gerenciamento ou ausência dele traz prejuízos como perda de prazos, estouros de orçamentos, má qualidade dos serviços insatisfação das partes interessadas entre outros problemas. Já sobre as restrições conflitantes, já apresentadas na “Estrela” de Restrições (figura 2), são apontados o escopo, cronograma, custo, qualidade, recursos e risco.

“Os projetos são uma maneira chave de criar valor e benefícios nas organizações. [...] os líderes organizacionais precisam ser capazes de gerenciar orçamentos cada vez mais apertados, prazos mais curtos, recursos mais escassos [...]” (GUIA PMBOK 2017 p. 542).

Atesta-se, então, que é fundamental recorrer às boas práticas ao lidar com projetos que envolvem tantas variáveis e condicionantes e o gerente de projeto, o engenheiro, no caso de obras civis, é quem deve se adaptar a essa nova forma moderna, eficaz e seletiva de trabalho.

### 5.3 Gerenciamento do escopo

Conforme explana o Guia PMBOK (2017) o gerenciamento de escopo é a definição do projeto ou do produto, incluindo os processos necessários para realização e sucesso de todas as tarefas necessárias e apenas elas. Existem diferenças entre escopo de projeto e escopo de produto. De acordo com o Guia PMBOK (2017, p. 131), o escopo do produto são “as características e funções que descrevem um produto, serviço ou resultado. Já o escopo do projeto se trata do “trabalho que deve ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas” (2017, p. 131).

Ainda conforme o Guia PMBOK (2017, p. 129), são listados os processos de gerenciamento do escopo do projeto:

**Planejar o gerenciamento do escopo** — O processo de criar um plano de gerenciamento do escopo que documenta como os escopos do projeto e do produto serão definidos, validados e controlados;

**Coletar os requisitos** — O processo de determinar, documentar e gerenciar as necessidades e requisitos das partes interessadas a fim de atender aos objetivos do projeto;

**Definir o escopo** — O processo de desenvolver uma descrição detalhada do projeto e do produto;

**Criar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP)** — O processo de subdividir as entregas e o trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis;

**Validar o escopo** — O processo de formalizar a aceitação das entregas concluídas do projeto;

**Controlar o escopo** — O processo de monitorar o status do escopo do projeto e do produto e gerenciar as mudanças feitas na linha de base do escopo.

Dessa maneira, o escopo pode ser entendido como propriamente o projeto que deve ser executado e atendido. Nas obras civis, o escopo corresponde ao grupo de pranchas,

denominados projetos de arquitetura, engenharia, logística, entre outros que traduzem o interesse das partes sobre o projeto.

Nota-se que há a orientação de executar apenas o trabalho necessário para concluir o projeto com sucesso. É um dos objetivos do gerente controlar e otimizar os recursos. Avançar além do que está definido em escopo foge dessa lógica. A satisfação do cliente contratante é algo também almejado, porém isso é alcançado quando aquilo que foi acordado entre as partes é cumprido. Portanto, é de extrema importância definir bem o escopo antes de se iniciar a execução do projeto.

O Guia PMBOK (2017, p. 167) define controle de escopo e apresenta a vantagem de usá-lo:

[...] o processo de monitoramento do progresso do escopo do projeto e do escopo do produto e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do escopo. O principal benefício deste processo é que a linha de base do escopo é mantida ao longo de todo o projeto.

O gerenciamento de escopo é responsável ainda por equilibrar a influência de restrições, por exemplo, o acréscimo de escopo tende a gerar aumento de custos e/ou prazos. “O aumento sem controle do escopo do produto ou projeto sem ajustes de tempo, custo e recursos é chamado de distorção de escopo. A mudança é inevitável; assim sendo, algum tipo de processo de controle de mudança é obrigatório para todos os projetos” (GUIA PMBOK 2017, p. 168). Com base nisso, percebe-se que o controle do escopo é um processo permanente.

## **5.4 Gerenciamento do cronograma**

O Guia PMBOK (2017) relata alguns dos principais conceitos para o gerenciamento do cronograma do projeto. É explicado que esse elemento tem condições de fornecer um plano detalhado de trabalho, mostrando como e quando o projeto entregará os serviços, produtos e resultados advindos da execução do escopo do projeto. “E serve como ferramenta de comunicação, gerenciamento de expectativas das partes interessadas e como base para a emissão de relatórios de desempenho” (GUIA PMBOK 2017, p. 175).

A equipe de gerenciamento do projeto seleciona um método de elaboração de cronograma, como caminho crítico ou abordagem ágil. Em seguida, os dados específicos do projeto, como atividades, datas previstas, durações, recursos, dependências e restrições, são inseridos em uma ferramenta de cronograma para criar um modelo de cronograma para o projeto. O resultado é o cronograma do projeto (GUIA PMBOK 2017, p. 175).

O cronograma desempenha função primordial na execução do projeto, uma vez que é parte do planejamento e é uma das ferramentas mais acessíveis para o gerente, sobretudo quando surge situações que demandam decisões de imediato. O uso de softwares para organizar o cronograma do projeto tem ganhado cada vez mais adeptos. A tecnologia embarcada nesses programas otimiza de forma muito grande o serviço do gerente e suas equipes, pois mesmo uma mera atualização pode ser feita em pouquíssimo tempo, enquanto há tempos atrás a compatibilização e atualização demoravam consideravelmente dado ao trabalho sempre todo manual, quando sequer ele existia.

Conforme o Guia PMBOK (2017, p. 173) o gerenciamento do cronograma do projeto inclui os seguintes processos necessários para gerenciar a conclusão satisfatória e pontual do projeto:

**Planejar o Gerenciamento do Cronograma** — O processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto;

**Definir as Atividades** — O processo de identificação e documentação das ações específicas a serem realizadas para produzir as entregas do projeto;

**Sequenciar as Atividades** — O processo de identificação e documentação dos relacionamentos entre as atividades do projeto;

**Estimar as Durações das Atividades** — O processo de estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades individuais com os recursos estimados;

**Desenvolver o Cronograma** — O processo de análise de sequências de atividades, durações, requisitos de recursos e restrições de cronograma para criar o modelo de cronograma do projeto para execução, monitoramento e controle do mesmo;

**Controlar o Cronograma** — O processo de monitorar o status do projeto para atualizar o cronograma do projeto e gerenciar mudanças na linha de base do mesmo.

O SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas trata do cronograma como:

[...] disposição gráfica do tempo que será gasto na realização de um trabalho ou projeto, de acordo com as atividades a serem cumpridas. Serve para auxiliar no gerenciamento e controle deste trabalho, permitindo de forma rápida a visualização de seu andamento. (apud CAMPOS, 2012, p. 49)

O cronograma, com base no que defende o guia PMBOK e o SEBRAE deve ser sistêmico, claro, objetivo e realista, não sendo recomendado apostar ao lançar os prazos e recursos. Por ser uma peça técnica, o cronograma deve ser feito por alguém do ramo do projeto, que conhece bem as suas particularidades, nuances e problemas recorrentes. Essa ferramenta deve servir de aliada ao gerente do projeto e não motivo de confusões e ou complicações durante a execução.

Mota (2019, p. 93-94) em seu trabalho fez análises das ferramentas do projeto, incluindo o cronograma e concluiu:

A parte principal do gerenciamento do cronograma é desenvolver o sequenciamento das atividades com base nas definições já estabelecidas de escopo e custos. Esse sequenciamento pode ser feito através de um diagrama de rede e é necessário também que se definam as precedências entre as atividades. Além da estimativa da duração de cada uma das atividades, o cronograma deve conter de forma clara as datas de início e fim do projeto e a definição de um caminho crítico. Esse caminho crítico é a sequência mais importante de atividades, onde uma atividade atrasada compromete todo o andamento do projeto.

Assim, o término do projeto depende de uma boa concepção e gerenciamento de cronograma. Ao aplicar as boas práticas relatadas por autores conceituados e organizações especializadas, o gerente potencializa suas chances de sucesso. As mudanças de escopo e custo podem afetar bastante o cronograma, contudo, se bem estruturado, tecnicamente os imprevistos podem ser mais facilmente superados.

## 5.5 Gerenciamento do custo

O elemento custo, junto ao cronograma e escopo formam o Triângulo de Restrições. Essa variável custo geralmente desperta maior atenção das partes interessadas no projeto. Conforme já citado, o prazo e o escopo muitas vezes são modificados e comumente devido às queixas sobre o que foi considerado nos custos de execução do projeto.

O PMI através do seu guia (2017) salienta que gerenciamento dos custos agrega os processos usados em planejamento, estimativa, orçamento entre outros a fim de delimitar o projeto ao orçamento aprovado. E com isso, o Guia PMBOK (2017, p. 231) descreve os processos do gerenciamento de custos do projeto conforme apresentado abaixo:

**Planejar o Gerenciamento dos Custos** — O processo de definir como os custos do projeto serão estimados, orçados, gerenciados, monitorados e controlados;

**Estimar os Custos** — O processo de desenvolver uma aproximação dos recursos monetários necessários para terminar o trabalho do projeto;

**Determinar o Orçamento** — Processo que agrega os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada;

**Controlar os Custos** — O processo de monitoramento do status do projeto para atualizar custos e gerenciar mudanças da linha de base dos custos.

Ao decorrer dos anos da humanidade, percebeu-se que lidar e avançar com um projeto sem se programar financeiramente é inviável. Contudo, ainda é possível conferir inúmeras experiências fracassadas devido à ausência de programação, ou seja, de organização dos custos. No cotidiano da sociedade, é comum novos projetos serem iniciados e pouco tempo depois serem paralisados. Para combater essa frequente prática de iniciar e não terminar, é sugerido a utilização do orçamento, uma peça técnica de muita relevância. Com o orçamento é possível mensurar também os custos menos previsíveis como Nakagawa (2003) sugere na figura 5: é preciso atenção com os custos “escondidos” que cada projeto requer naturalmente. O foco apenas no produto da atividade ou do serviço pode resultar em falhas graves e comprometedoras para o projeto.

Figura 5 - Custos totais de projeto



Fonte: NAKAGAWA (2003)

Thiry-Cherques (2002 p. 195 apud CAMPOS, 2012, p. 71) apresenta que o orçamento deve garantir algumas situações importantes, como:

- A alocação dos custos do projeto, de maneira lógica e fácil acesso;
- A determinação do custo total do projeto e possíveis alterações (ajustes);
- A possibilidade de um efetivo controle sobre os custos em todas as etapas;
- A real transformação de valores em recursos necessários ao projeto.

Define-se orçamento, segundo Xavier (2008), como “um produto definido, informando o valor para a realização de um determinado produto ou serviço, as condições necessárias para a sua realização, o objeto a ser realizado e o prazo para que este produto ou serviço se realize” (2008, p. 4). Ou seja, o orçamento exige de quem o produz uma identificação clara e objetiva com a área de conhecimento do produto, necessitando de minúcia ao analisar as demais peças técnicas que subsidiam o orçamento. Então, com base no que pontuam os autores citados, aquilo que pode interferir na execução do projeto deve ser levado em consideração na formulação do orçamento, a exemplo do cronograma que também carece desse cuidado.

Nas obras civis, o erro na elaboração do orçamento geralmente custa caro pois os recursos costumam ser caros. Assim, pondera-se:

A elaboração de um orçamento pode determinar o sucesso e ou fracasso de uma empresa construtora e ou construtor, um erro no orçamento acarreta imperfeições, frustrações, falta de credibilidade e prejuízos a curto e médio prazo. O orçamento é à base de fixação do preço de um determinado projeto e ou empreendimento, é uma das mais importantes áreas no negócio da construção civil. Executar um orçamento, não pode ser considerado um jogo de adivinhação, deve ser um trabalho bem executado com critérios, normas, regras e utilização de informações confiáveis; para que o verdadeiro custo de um empreendimento se aproxime ao máximo da estimativa de custo realizado, ou seja; nenhum orçamento fixa de antemão o valor exato dos custos, o que um bom orçamento realmente consegue é uma estimativa de custos bem precisa [...] (XAVIER, 2008, p. 5-6)

O Guia PMBOK (2017) salienta que o esforço investido no controle dos custos se traduz em analisar a relação entre o consumo financeiro do projeto e o trabalho realizado com esses gastos. São pontuadas ainda ações do controle de custos como monitorar o desempenho do trabalho desenvolvido com os gastos dos recursos, evitar mudanças desaprovadas inseridas nos relatórios de custo ou uso de recursos e encaminhar os excessos de custos aos limites aceitáveis. Ou seja, o controle de custo além de necessário requer constante acompanhamento da equipe responsável.

## 6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Frente aos objetivos estipulados, faz-se necessária a descrição do procedimento metodológico para analisar e discutir os casos que evidenciam as vantagens da aplicação do conceito da Tripla Restrição na execução de reformas.

O trabalho consiste em apresentar as situações e ferramentas que ocorreram durante a execução dos projetos (unidades-caso) que possibilitaram a sua entrega seguindo o custo e cronograma acordado entre as partes, dado as vantagens de se ter aplicado na prática o que propõe o conceito do Triângulo de Restrições.

As unidades-caso deste trabalho foram escolhidas em virtude de serem as obras das quais o autor foi o responsável pela execução. As unidades são reformas de pequeno porte e alto padrão realizadas na cidade de Palmas-TO por uma empresa local, cujo método de execução de projetos se baseia no conceito da Tripla Restrição, ou seja, executar o projeto da obra com o custo e o prazo acordados entre às partes interessadas, tendo como resultado um produto final entregue com qualidade e satisfação.

### 6.1 Caracterização do estudo

Segundo Gil (2002), há três grandes grupos de pesquisas. São elas: exploratórias, descritivas e explicativas. Sendo necessária a caracterização deste trabalho, seguindo algum critério e atento ao que Gil apronta, os objetivos serviram de parâmetro para essa definição.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa exploratória e um estudo de caso instrumental, que como orienta Gil (2002), é aquele que é desenvolvido com o intuito de auxiliar no conhecimento do problema e possibilitar alcançar determinados objetivos.

Conforme explica Gil sobre as pesquisas explicativas (2002, p. 41):

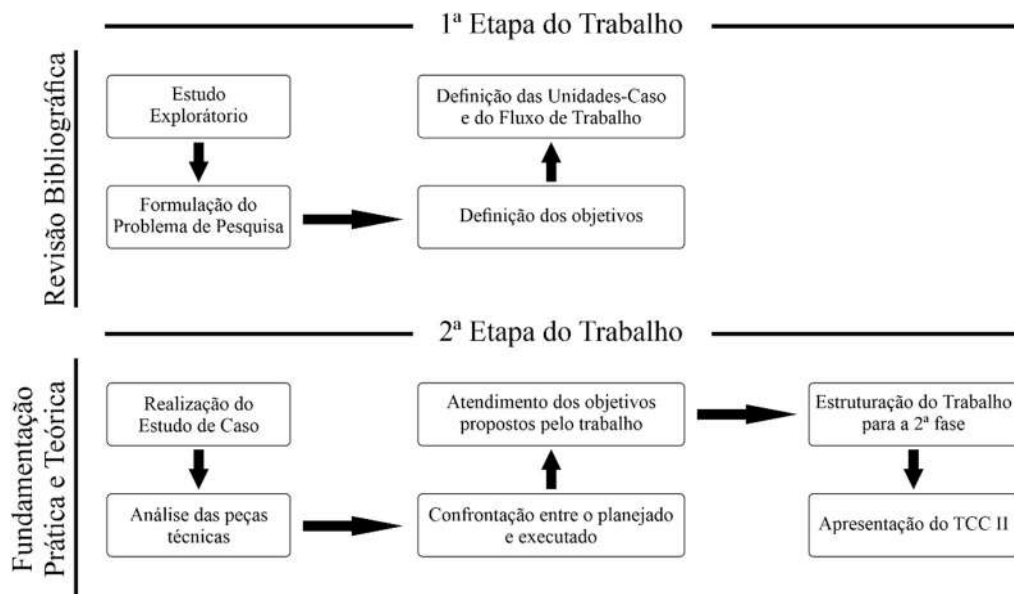
Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

A fim de corroborar os objetivos desse estudo de caso, a revisão bibliográfica possibilitará aprofundamento na temática proposta e análise dos casos explicitados no decorrer do trabalho.

## 6.2 Etapas de trabalho

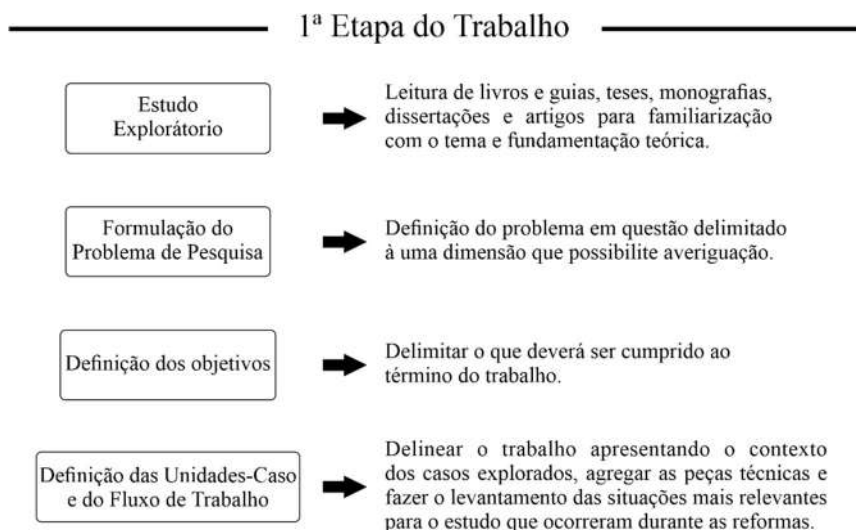
O trabalho em questão é dividido em duas etapas. A primeira consiste na definição de elementos preliminares, responsáveis pelo norteamento e planejamento do estudo. Já a segunda parte aborda principalmente as discussões e resultado das análises feitas durante a pesquisa. Os fluxogramas a seguir (figuras 6,7 e 8) elucidam cada passo que o autor seguirá para conclusão do trabalho, tanto na primeira e quanto na segunda etapa.

Figura 6 - Fluxograma Geral do Estudo



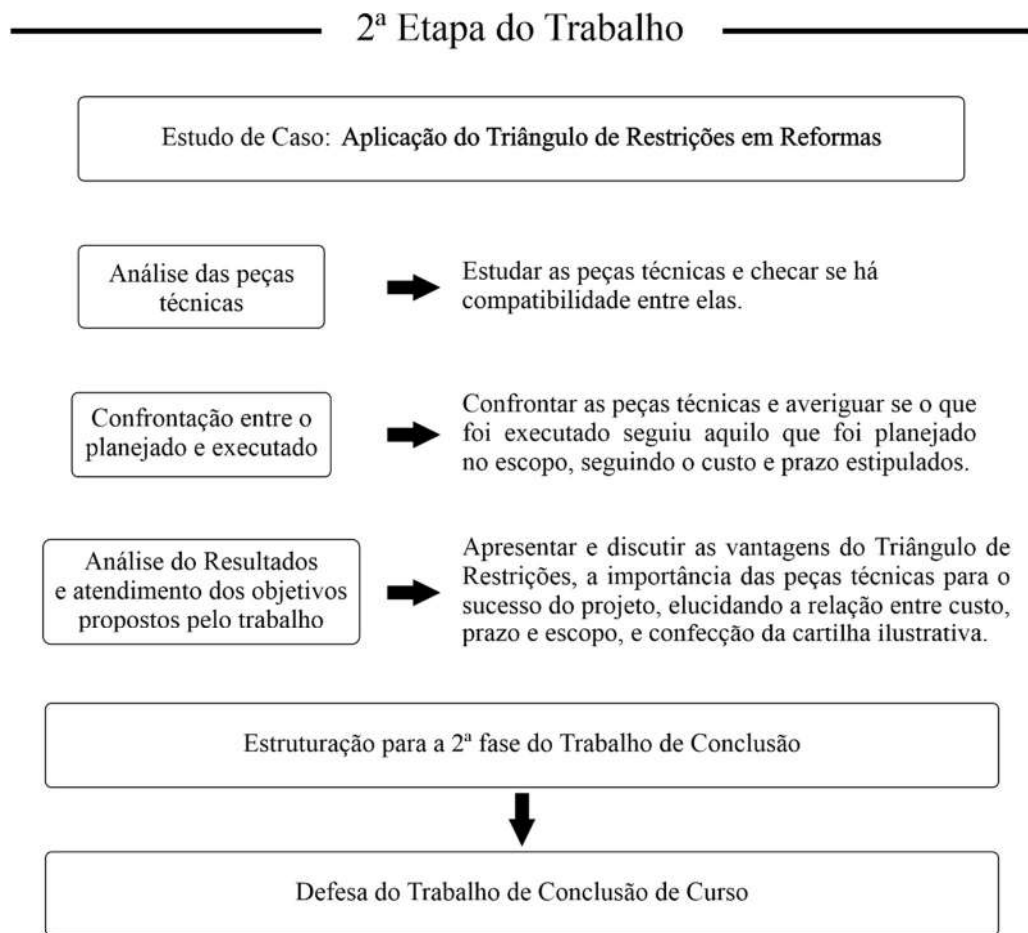
Fonte: Adaptado de MOTA (2019)

Figura 7 - Fluxograma da 1ª Etapa do Trabalho



Fonte: Adaptado de MOTA (2019)

Figura 8 - Fluxograma da 2ª Etapa do Trabalho



Fonte: Adaptado de MOTA (2019)

A revisão bibliográfica e fundamentação foram revistas durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. A primeira etapa consiste na preparação para a pesquisa. Enquanto a segunda na realização do estudo de caso propriamente dito e análise dos resultados, últimos ajustes na estrutura do trabalho e encerramento com a apresentação do TCC II.

### 6.3 Definição das unidades-caso

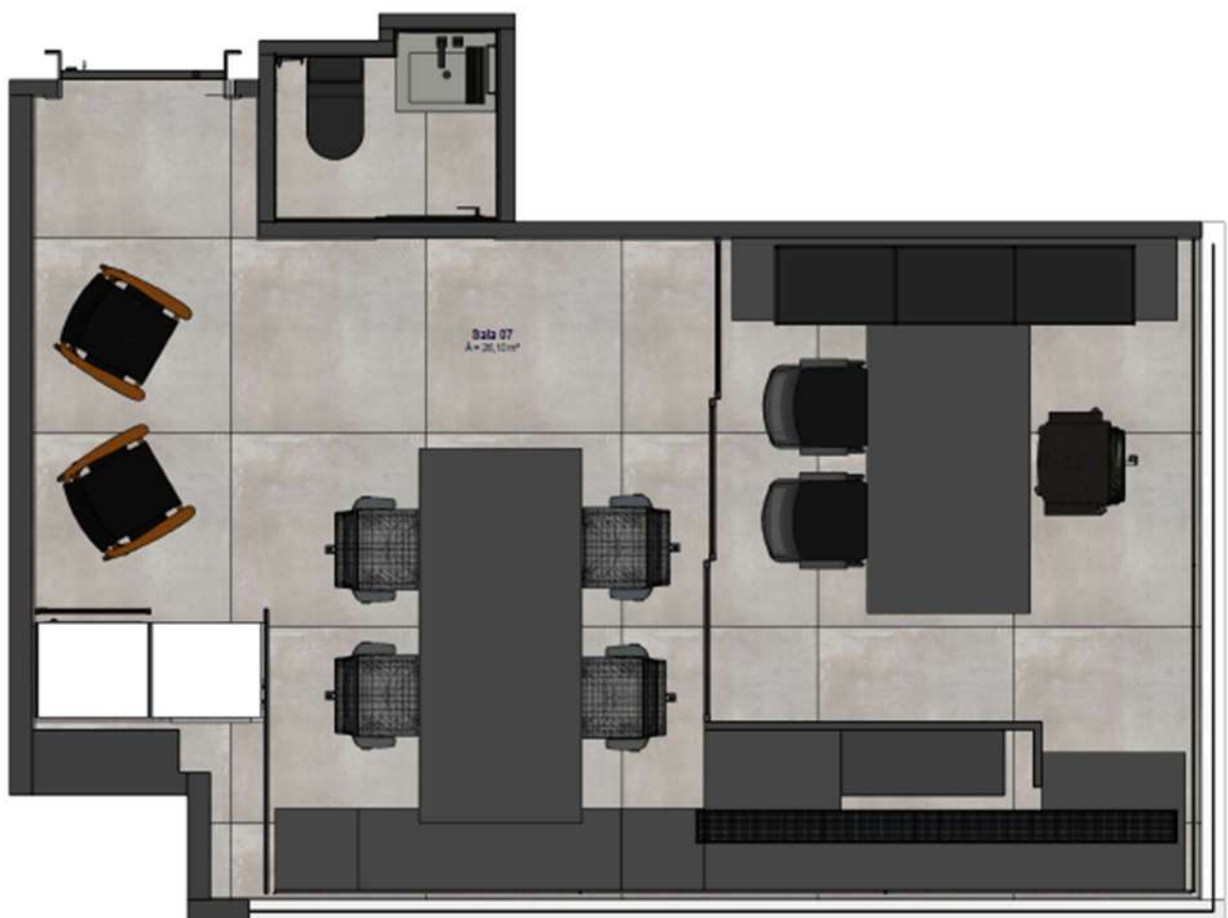
Segundo Gil (2002), a unidade-caso é um ente inserido num contexto definido. A fim de viabilizar o estudo, a definição das unidades-casos é essencial. Assim, as unidades-caso são as reformas que o autor desse trabalho supervisou. Portanto, foram selecionadas duas reformas de pequeno porte e alto padrão executadas em edifícios comerciais na cidade. Para fins desse trabalho as reformas são chamadas genericamente de *Reforma “A”* e *Reforma “B”*.

### 6.3.1 Contextualização da reforma “A”

A obra é localizada em um edifício comercial recém inaugurado numa importante avenida da cidade de Palmas-TO. A sala possui 30m<sup>2</sup> e conta com pé direito de 2,70 metros entre lajes. Trate-se da execução de um escritório de arquitetura cuja cliente é também a arquiteta responsável pelo projeto de interiores.

A execução da obra foi planejada para 40 dias úteis e acontecia apenas em horário comercial e dias úteis, dado a exigências do condomínio. A construtora responsável pela construção do edifício entrega as salas sem contrapiso e forro, porém com um lavabo pronto para uso. As paredes são pintadas, as portas são de kit pronto e o sistema e rede de combate a incêndio são disponibilizados, contudo devem ser ajustados conforme layout da sala. É possível conferir na figura 9 a modelagem da nova sala.

Figura 9 - Planta de layout da Reforma "A"

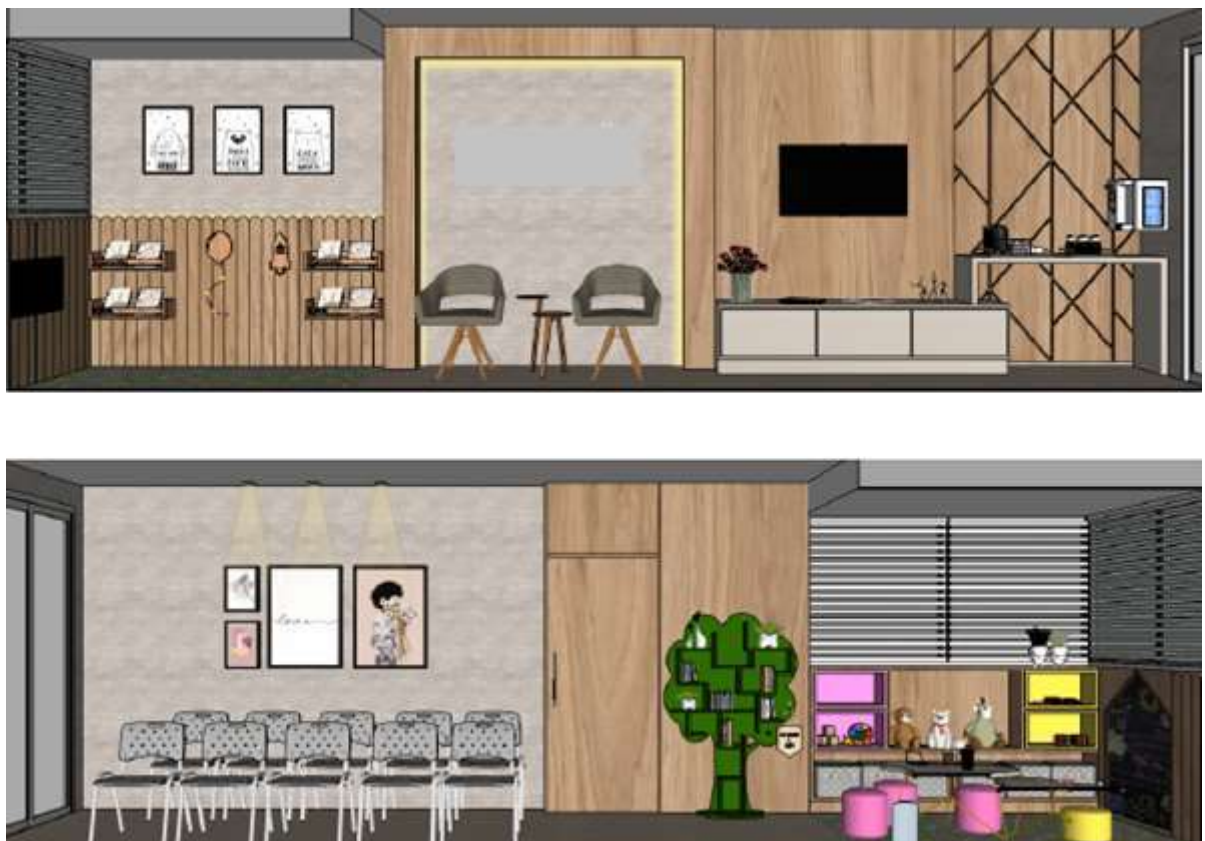


Fonte: BeeHive Arquitetura (2020)

### 6.3.2 Contextualização da reforma “B”

Trata-se da reforma de uma sala de espera em um edifício comercial de consultórios médicos. O horário de trabalho é apenas não comercial, isto é, em dias de semana é liberado trabalhar das 18h00 até às 6h00 do dia seguinte. Aos sábados, domingos e feriados é permitido trabalhar o dia inteiro, totalizando 45 dias corridos para conclusão da reforma. No local da reforma haviam muitos ambientes, pois funcionavam a sala de espera de um consultório médico e pequenas outras salas de especialidades estéticas. A execução dos serviços seguiu o que havia sido definido pelo profissional de arquitetura. Ou seja, basicamente, era necessário demolir o que existia e construir uma nova sala de espera, dividida em dois ambientes, um para as pacientes e acompanhantes e outro para crianças, a brinquedoteca. A figura 10 mostra o novo interior da sala reestilizada.

Figura 10 - Modelagem do layout da Reforma "B"



Fonte: Daniella Torres Arquitetura | Design (2020)

#### **6.4 Peças técnicas analisadas**

As peças técnicas de engenharia que subsidiaram a execução das reformas foram coletadas, apresentadas e analisadas a fim de fazer uma comparação entre o planejado e executado. Foram utilizados os projetos de arquitetura e complementares, o orçamento analítico e seu memorial descritivo, o cronograma e o relatório físico-financeiro da obra.

Reuniu-se as peças e foram conferidas as informações prescritas em cada uma delas, como em uma compatibilização. Como o escopo norteia o orçamento e o cronograma, seus níveis de detalhamento devem ser altos. Com as peças compatibilizadas, o autor confrontou as ações planejadas e executadas nas reformas e apontou as causas das alterações no planejamento inicial.

Obrigatoriamente, ambas reformas foram executadas seguindo o método de praxe, isto é, projetos arquitetônico e de interiores definidos entre cliente e arquiteto responsável, projetos de complementares (elétrico, hidrossanitário, logística, rede de incêndio, entre outros), orçamento, cronograma e relatório físico-financeiro definidos pela construtora.

#### **6.5 Atividades de maior complexidade de gestão**

A fim de exemplificar a relação entre as variáveis e como trabalhar sobre elas, serão apresentadas e discutidas as atividades que exigiram mais atenção no desenvolvimento das reformas, bem como tomadas de decisão influenciadas pelas alterações de escopo, cronograma e custo.

#### **6.6 Confeção da cartilha sobre o triângulo de restrições**

O autor propõe a criação de uma cartilha com base no Triângulo de Restrições destacando seu funcionamento e as variáveis que o compõe. As orientações de o que são e como cada variável deve contribuir para o sucesso do projeto estarão inseridas na cartilha, assim como um exemplo prático da aplicação do conceito da Tripla Restrição. A cartilha, após finalizada, será disponibilizada digital e gratuitamente.

## **7 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS**

As obras de reforma estudadas foram executadas com projetos arquitetônicos e complementares, orçamento analítico e cronograma. Essas peças técnicas foram desenvolvidas por profissionais de arquitetura e engenharia. Como já citado neste trabalho, a definição do escopo é fundamental para determinação das demais restrições, cronograma e custo. O primeiro procedimento tomado entre o cliente e construtora é a definição dos projetos. Após o aval do cliente sobre o orçamento e prazo, essas peças foram encaminhadas ao setor de execução de obra da empresa a fim de um supervisor ser delegado e iniciar a mobilização da obra.

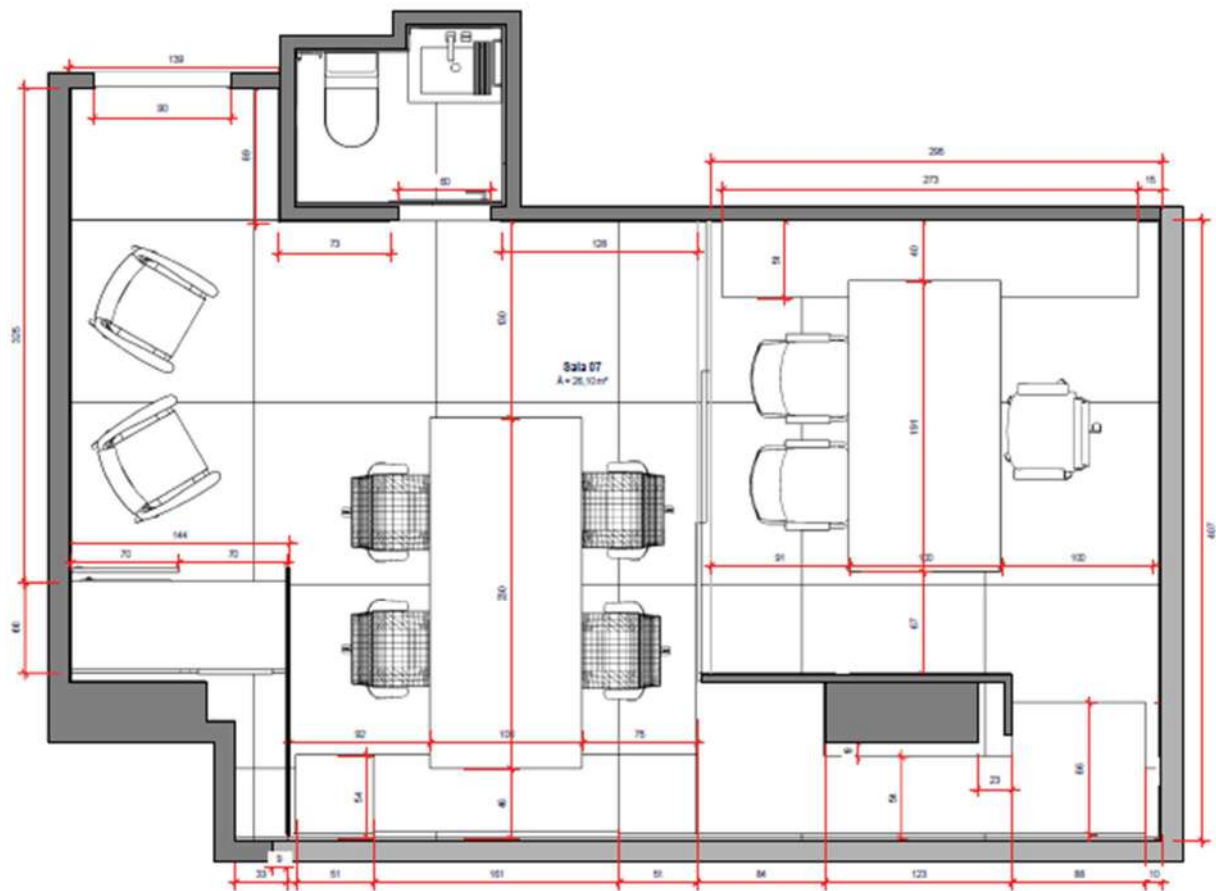
### **7.1 Análise das peças técnicas**

#### **7.1.1 Compatibilização entre as peças técnicas da reforma “A”**

Foram produzidos os seguintes projetos: arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, rede frigorígena, rede de sprinklers, automação e móveis planejados. O primeiro projeto analisado, que serve de base para todos ou outros, foi o projeto arquitetônico, do qual se coletou as seguintes informações:

- Área;
- Quantidade;
- Especificação de material (ex.: forro em gesso acartonado);
- Tipo de acabamento dos materiais e fornecedor (ex.: Harpa Fjord Natural 120x120 Portobello);
- Paginações de revestimentos;
- Locações de demolição e construção, pontos de utilização de água e energia.

Figura 11 - Planta baixa da reforma "A"



Fonte: BeeHive Arquitetura (2020)

Com os detalhes do projeto arquitetônico representados, foram confeccionados os projetos complementares da obra. Houve uma conferência entre o que a arquiteta especificou com o que os projetistas representaram, a fim de avaliar se as especificações de ambos estavam corretas, bem como suas quantidades e posições no ambiente. Isto é, foram checadas, analisando os projetos e orçamento, as quantidades de insumos necessários para a reforma, desde os materiais até a mão de obra. Após a checagem do que estava prescrito em orçamento e memorial, deu-se início a mobilização da obra, já sabendo o que seria de responsabilidade da construtora e o que a cliente assumiria junto a empresas alheias ao contrato.

O orçamento analítico foi produzido seguindo uma ordem cronológica dos serviços necessários, conforme a figura 12. A cliente optou por substituir alguns itens e retirar outros, o que implicou em mudanças no custo e prazo da obra.

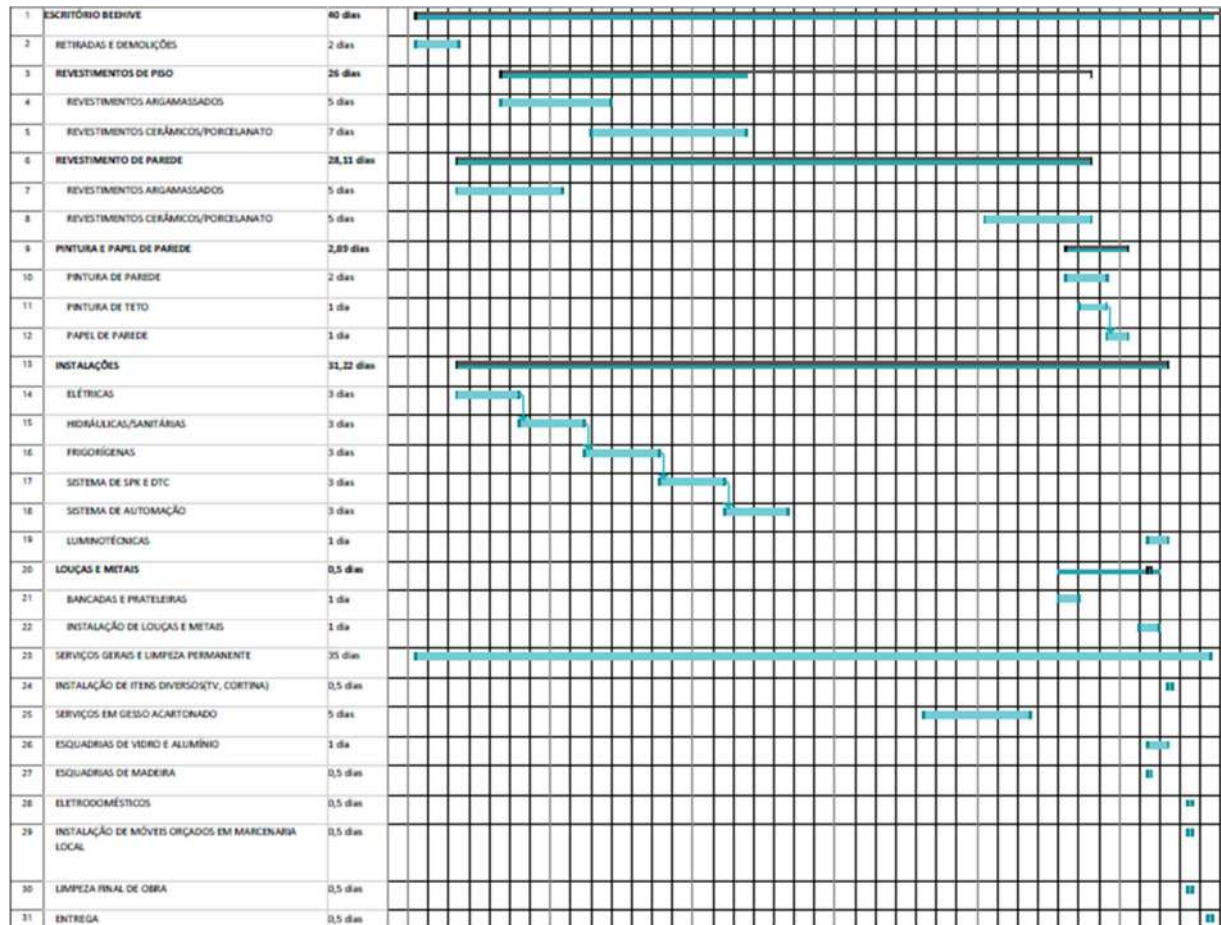
Figura 12 - Recorte do orçamento da reforma "A"

|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |
|---------------------|---------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>1</b>            |               |              | <b>CUSTOS DIRETOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                 |            |                     |                   |                          |
| <b>1.1</b>          |               |              | <b>RETIRADAS E DEMOLIÇÕES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 |            |                     |                   | <b>242,50</b>            |
| <b>1.1.1</b>        | <b>Código</b> | <b>Banco</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Tipo</b>                                     | <b>Und</b> | <b>Quant.</b>       | <b>Valor Unit</b> | <b>Total</b>             |
| Composição          | 89801973      | Próprio      | REMOÇÃO DE BANCADAS DE DIMENSÕES DIVERSAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS                        | UN         | 1,00                | 108,84            | 108,84                   |
| Insumo              | RIO19rz 62626 | Próprio      | PEDREIRO COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mão de Obra                                     | H          | 4,00                | 16,43             | 65,72                    |
| Insumo              | RIO19rz 251   | Próprio      | AJUDANTE GERAL COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mão de Obra                                     | H          | 4,00                | 10,78             | 43,12                    |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MO sem LS =>                                    | 108,84     | LS =>               | 0,00              | MO com LS =>             |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            | <b>Quant. =&gt;</b> | <b>1,00</b>       | <b>Preço Total =&gt;</b> |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |
| <b>1.1.2</b>        | <b>Código</b> | <b>Banco</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Tipo</b>                                     | <b>Und</b> | <b>Quant.</b>       | <b>Valor Unit</b> | <b>Total</b>             |
| Composição          | 89801974      | Próprio      | RETIRADA DE ITENS SANITÁRIOS DE BANHEIRO ( VASO SANITÁRIO, TORNEIRAS, E ITENS DIVERSOS)                                                                                                                                                                                                                                                              | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS                        | UN         | 1,00                | 87,28             | 87,28                    |
| Insumo              | RIO19rz 62626 | Próprio      | PEDREIRO COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mão de Obra                                     | H          | 4,00                | 16,43             | 65,72                    |
| Insumo              | RIO19rz 251   | Próprio      | AJUDANTE GERAL COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mão de Obra                                     | H          | 2,00                | 10,78             | 21,56                    |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MO sem LS =>                                    | 87,28      | LS =>               | 0,00              | MO com LS =>             |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            | <b>Quant. =&gt;</b> | <b>1,00</b>       | <b>Preço Total =&gt;</b> |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |
| <b>1.1.3</b>        | <b>Código</b> | <b>Banco</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Tipo</b>                                     | <b>Und</b> | <b>Quant.</b>       | <b>Valor Unit</b> | <b>Total</b>             |
| Composição          | 0012505       | Próprio      | DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PISO - PISOS                                    | m²         | 1,00                | 29,36             | 29,36                    |
| Insumo              | RIO19rz 62626 | Próprio      | PEDREIRO COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mão de Obra                                     | H          | 1,00                | 16,43             | 16,43                    |
| Insumo              | RIO19rz 251   | Próprio      | AJUDANTE GERAL COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mão de Obra                                     | H          | 1,20                | 10,78             | 12,93                    |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MO sem LS =>                                    | 29,36      | LS =>               | 0,00              | MO com LS =>             |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            | <b>Quant. =&gt;</b> | <b>1,58</b>       | <b>Preço Total =&gt;</b> |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |
| <b>1.2</b>          |               |              | <b>REVESTIMENTOS DE PISO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                 |            |                     |                   | <b>12.777,64</b>         |
| <b>1.2.1</b>        |               |              | <b>REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |            |                     |                   | <b>0,00</b>              |
| <b>1.2.1</b>        | <b>Código</b> | <b>Banco</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Tipo</b>                                     | <b>Und</b> | <b>Quant.</b>       | <b>Valor Unit</b> | <b>Total</b>             |
| Composição          | 192           | Próprio      | CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA GROSSA), PREPARO MECÂNICO EM BETONEIRA APLICADO EM LAJES OU LASTRO DE CONCRETO - ARGAMASSA TRAÇO 1:6 (CIMENTO E AREIA FINA ENSACADA MANUALMENTE C/ ADITIVO PLASTIFICANTE 100 ml POR TRAÇO) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO BETONEIRA - execução em reformas | REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES | m²         | 1,00                | 23,55             | 23,55                    |
| Composição Auxiliar | 89801990      | Próprio      | PEDREIRO COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS                        | m³         | 0,06                | 283,76            | 17,02                    |
| Insumo              | RIO19rz 62626 | Próprio      | PEDREIRO COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mão de Obra                                     | H          | 0,30                | 16,43             | 4,92                     |
| Insumo              | RIO19rz 251   | Próprio      | AJUDANTE GERAL COM ENCARGOS SOCIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mão de Obra                                     | H          | 0,15                | 10,78             | 1,61                     |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MO sem LS =>                                    | 8,09       | LS =>               | 0,00              | MO com LS =>             |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            | <b>Quant. =&gt;</b> | <b>33,41</b>      | <b>Preço Total =&gt;</b> |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |
| <b>1.2.2</b>        |               |              | <b>REVESTIMENTOS CERÂMICOS/PORCELANATO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |            |                     |                   | <b>11.990,84</b>         |
| <b>1.2.2.1</b>      | <b>Código</b> | <b>Banco</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Tipo</b>                                     | <b>Und</b> | <b>Quant.</b>       | <b>Valor Unit</b> | <b>Total</b>             |
| Composição          | 89801978      | Próprio      | FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PISO CIMENTÍCIO HARPA FJORD NATURAL PORTOBELLO 120X120cm                                                                                                                                                                                                                                                                | PISO - PISOS                                    | m²         | 1,00                | 358,90            | 358,90                   |
| Insumo              | RIOnut0391    | Próprio      | PISO CIMENTÍCIO HARPA FJORD NATURAL PORTOBELLO 120X120cm                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Material                                        | m²         | 1,10                | 271,75            | 298,92                   |
| Insumo              | RIO20 029     | Próprio      | ASSENTAMENTO DE PORCELANATO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Serviços                                        | m²         | 1,00                | 35,00             | 35,00                    |
| Insumo              | RIOnut0392    | Próprio      | ARGAMASSA SUPER FORMATOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Material                                        | kg         | 7,87                | 2,75              | 21,64                    |
| Insumo              | RIOnut0393    | Próprio      | REJUNTE PORCELANATO CINZA PLATINA QUARTZOLIT                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Material                                        | kg         | 0,06                | 9,00              | 0,54                     |
| Insumo              | RIOnut0396    | Próprio      | NIVELADOR DE PORCELANATO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Material                                        | und        | 5,00                | 0,21              | 1,05                     |
| Insumo              | RIOnut0397    | Próprio      | CUNHA PARA NIVELAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Material                                        | und        | 5,00                | 0,35              | 1,75                     |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MO sem LS =>                                    | 0,00       | LS =>               | 0,00              | MO com LS =>             |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            | <b>Quant. =&gt;</b> | <b>33,41</b>      | <b>Preço Total =&gt;</b> |
|                     |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |            |                     |                   |                          |

Fonte: Rio Construção (2020)

O cronograma inicial da obra apresentado para a cliente constava a previsão de 40 dias de obra a partir da liberação do edifício, conforme figura 13.

Figura 13 - Cronograma inicial da obra



Fonte: Rio Construção (2020)

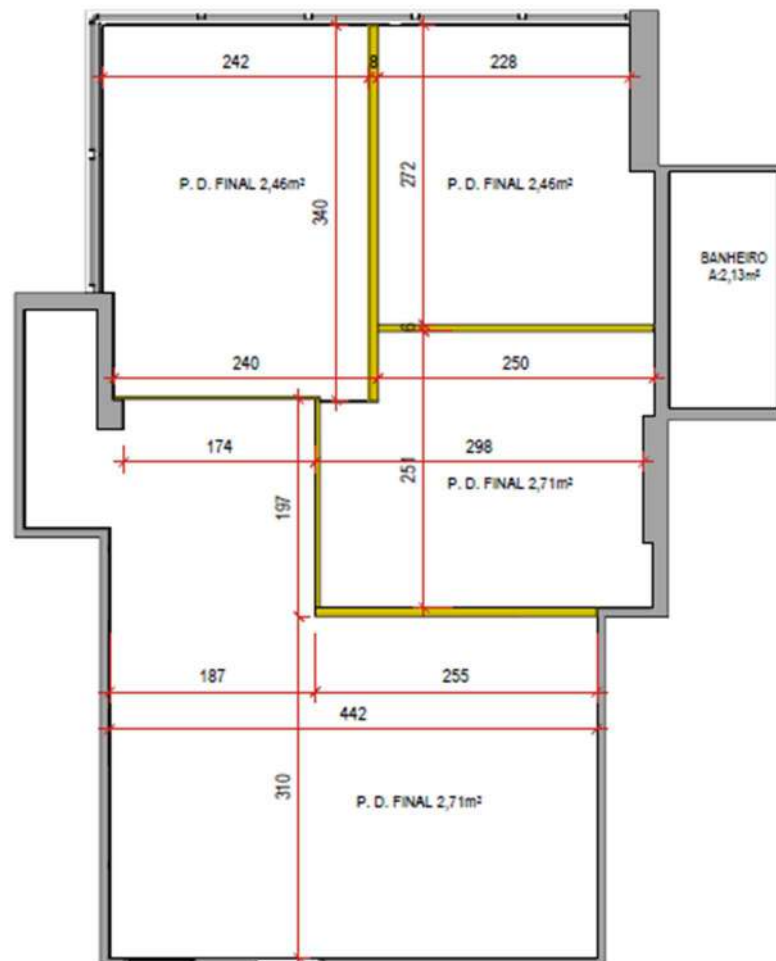
Esse cronograma, bem como o orçamento, sofreu mudanças devido as alterações de escopo feitas pela cliente e também em virtude do atraso no fornecimento dos insumos vindo sobretudo de fora da cidade. Conforme ressaltavam os lojistas, a pandemia causada pelo COVID-19 prejudicou bastante a logística de produção e fornecimento de materiais.

#### 7.1.2 Compatibilização entre as peças técnicas da reforma “B”

Para essa reforma, foi produzido apenas o projeto arquitetônico. Antes de iniciar a mobilização, o supervisor da obra fez uma visita para conhecer as regras de trabalho impostas pela administração do edifício, inteirar-se de como é a logística de acesso de materiais e colaboradores, dentre outras pendências. A sala a ser reformada era a sala de espera de uma clínica médica. A proprietária tinha o interesse oferecer maior conforto aos que compareciam à clínica.

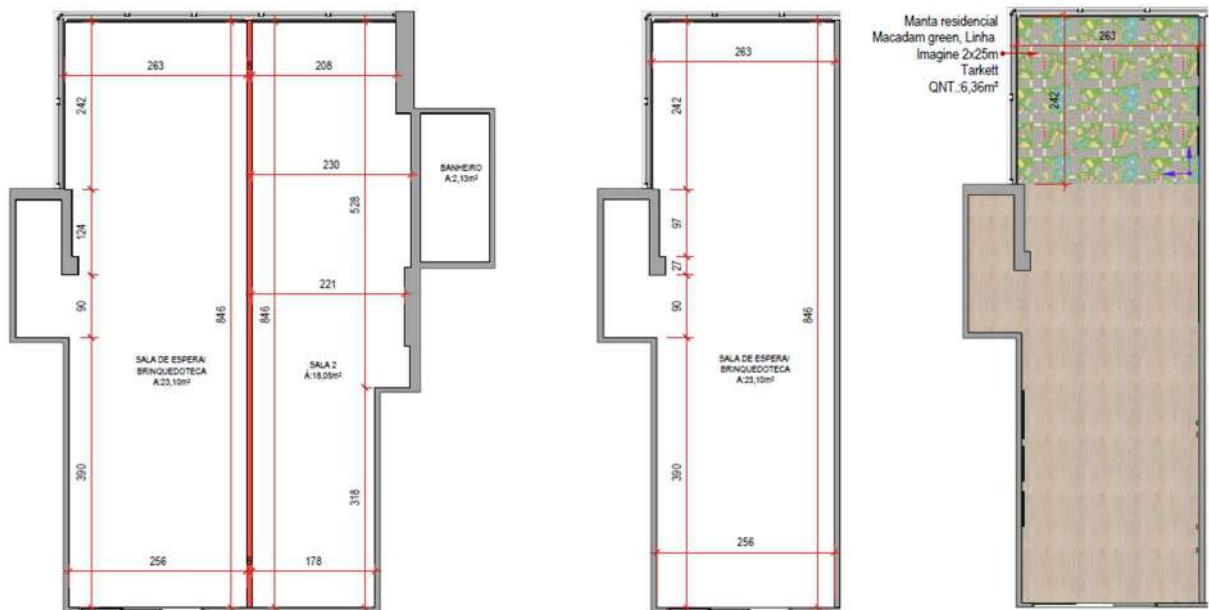
O projeto arquitetônico previa um layout totalmente diferente de como a sala estava até então. Na figura 14, vê-se a planta baixa da sala com as paredes a serem demolidas em destaque e na primeira ilustração da figura 15, dois ambientes separados por uma divisória de drywall. O acordo entre a construtora e a cliente era de reformar o banheiro e um dos ambientes (à esquerda), que seria então a nova sala de espera da clínica. Era esse o escopo previsto para a reforma. Contudo, antes do término da reforma da sala de espera, a cliente aumentou o escopo da reforma. O ambiente que não receberia nenhuma intervenção (à direita da primeira ilustração da figura 15) foi acrescentado ao escopo do projeto, acarretando em reincidência de serviços de demolição, iluminação, instalação de ar condicionado e pintura.

Figura 14 - Planta de demolição da reforma "B"



Fonte: Daniella Torres Arquitetura | Design (2020)

Figura 15 - Plantas construtivas da reforma "B"



Fonte: Daniella Torres Arquitetura | Design (2020)

O orçamento analítico foi produzido com base nas prescrições do projeto arquitetônico. Foram feitas cotações no mercado local para a contratação de serviços e compra dos materiais. Foi acordado que alguns itens do orçamento seriam providenciados diretamente pela cliente. Entretanto, como a construtora trabalha com um modelo de obra por administração, todos os itens adquiridos para a obra são relacionados, uma vez que o valor de cada item é adicionado à medição que é paga à construtora. Alguns itens do orçamento, por opção da cliente, foram eliminados e outros substituídos. Os itens que constavam no projeto e não estavam descritos no orçamento foram justificados no memorial descritivo do orçamento analítico.

Como houve aumento do escopo, o orçamento não atenderia essa alteração. Coube ao supervisor buscar renegociar com os empreiteiros de cada serviço necessário de ser feito no ambiente acrescentado. Entende-se essa situação como um extraescopo e, nesse caso, a alteração do valor da obra é de responsabilidade da cliente.

Figura 16 - Recorte do orçamento da reforma "B"

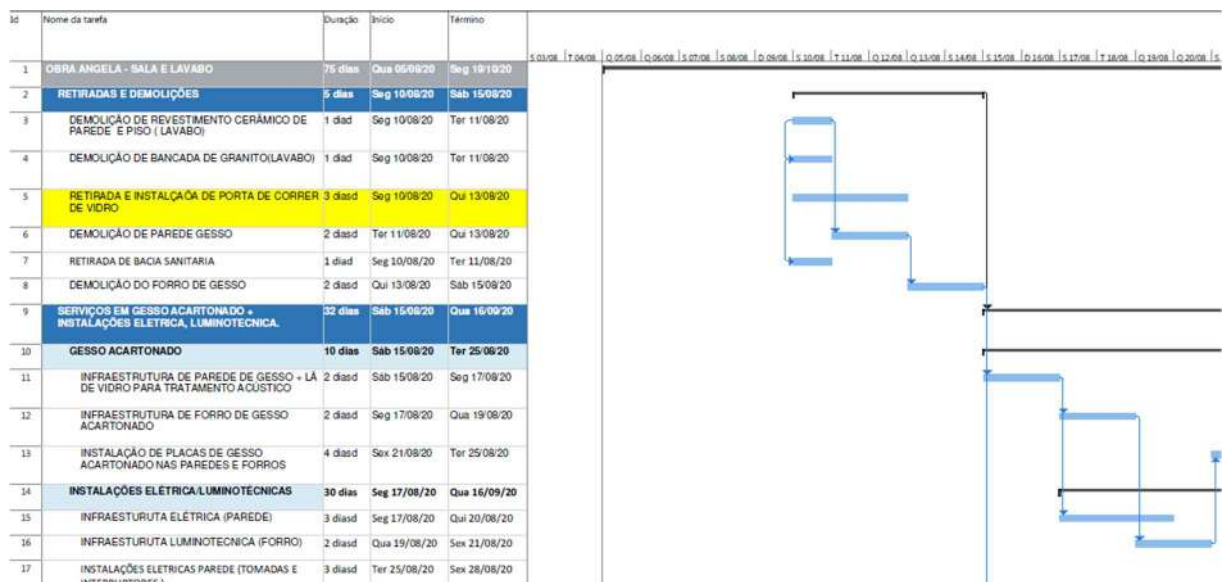
|            |                |         |                                                                                     |                          |       |           |            |                |          |
|------------|----------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|-----------|------------|----------------|----------|
| 1          |                |         | CUSTOS DIRETOS                                                                      |                          |       |           |            |                |          |
| 1.1        |                |         | RETIRADAS E DEMOLIÇÕES                                                              |                          |       |           |            | 1.246,23       |          |
|            | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Insumo     | RIOnut1084     | Próprio | RETIRADA E INSTALAÇÃO DE PORTA DE CORRER DE VIDRO                                   | Serviços                 | VB    | 1,0000000 | 350,00     | 350,00         |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 0,00  | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 0,00     |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 1,0000000  | Preço Total => | 350,00   |
| 1.1.5      | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Composição | RIO19cv000200  | Próprio | DEMOLIÇÃO DE PAREDE GESSO                                                           | PARE - PAREDES/PAINEIS   | m²    | 1,0000000 | 10,35      | 10,35          |          |
| Insumo     | RIO20 020      | Próprio | AJUDANTE GERAL NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                         | Mão de Obra              | H     | 0,8000000 | 12,94      | 10,35          |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 10,35 | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 10,35    |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 34,7400000 | Preço Total => | 359,55   |
| 1.1.6      | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Composição | RIOnut89802012 | Próprio | DEMOLIÇÃO DO FORRO DE GESSO                                                         | ASTU - ASSENTAMENTO DE   | M²    | 1,0000000 | 5,30       | 5,30           |          |
| Insumo     | RIO20 020      | Próprio | AJUDANTE GERAL NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                         | Mão de Obra              | H     | 0,4100000 | 12,94      | 5,30           |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 5,30  | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 5,30     |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 43,2800000 | Preço Total => | 229,38   |
| 1.1.7      | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Composição | RIOnut89802086 | Próprio | DEMOLIÇÃO DE BANCADA DE GRANITO                                                     | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | UN    | 1,0000000 | 51,76      | 51,76          |          |
| Insumo     | RIO20 020      | Próprio | AJUDANTE GERAL NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                         | Mão de Obra              | H     | 4,0000000 | 12,94      | 51,76          |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 51,76 | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 51,76    |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 2,0000000  | Preço Total => | 103,52   |
| 1.1.8      | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Composição | RIOnut89802038 | Próprio | DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDE                                        | PISO - PISOS             | m²    | 1,0000000 | 11,74      | 11,74          |          |
| Insumo     | RIO20 020      | Próprio | AJUDANTE GERAL NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                         | Mão de Obra              | H     | 0,3600000 | 12,94      | 4,65           |          |
| Insumo     | RIO20 021      | Próprio | PEDREIRO NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                               | Mão de Obra              | H     | 0,3600000 | 19,72      | 7,09           |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 11,74 | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 11,74    |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 15,8200000 | Preço Total => | 185,72   |
| 1.1.9      | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Composição | RIOnut0012505  | Próprio | DEMOLIÇÃO DE PISO CERÂMICO                                                          | PISO - PISOS             | m²    | 1,0000000 | 8,48       | 8,48           |          |
| Insumo     | RIO20 020      | Próprio | AJUDANTE GERAL NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                         | Mão de Obra              | H     | 0,2600000 | 12,94      | 3,36           |          |
| Insumo     | RIO20 021      | Próprio | PEDREIRO NOTURNO COM ENCARGOS SOCIAIS                                               | Mão de Obra              | H     | 0,2600000 | 19,72      | 5,12           |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 8,48  | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 8,48     |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 2,1300000  | Preço Total => | 18,06    |
| 1.2        |                |         | REVESTIMENTOS DE PISO                                                               |                          |       |           |            | 10.621,77      |          |
| 1.2.2      |                |         | REVESTIMENTOS CERÂMICOS/PORCELANATO                                                 |                          |       |           |            | 10.621,77      |          |
|            | Código         | Banco   | Descrição                                                                           | Tipo                     | Und   | Quant.    | Valor Unit | Total          |          |
| Insumo     | RIOnut0740     | Próprio | MANTA RESIDENCIAL MACADAM GREEN, LINHA IMAGINE, TARKETT (FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO) | Serviços                 | VB    | 1,0000000 | 2.115,48   | 2.115,48       |          |
|            |                |         |                                                                                     | MO sem LS =>             | 0,00  | LS =>     | 0,00       | MO com LS =>   | 0,00     |
|            |                |         |                                                                                     |                          |       | Quant. => | 1,0000000  | Preço Total => | 2.115,48 |

Fonte: Rio Construção (2020)

O cronograma dessa reforma foi realizado prevendo 75 dias de reforma. Embora fosse uma reforma de pequeno porte, esse longo prazo para finalização era devido à confecção dos móveis planejados. Assim como na reforma “A”, o caminho crítico envolvia atividades que quando apenas quando concluídas liberariam a o início da produção dos móveis. Antes da

empresa responsável iniciar a produção era necessário aferir corretamente as medidas de pé direito da sala já com o novo revestimento assentado no piso e o forro drywall instalado. Porém, esses serviços dependiam ainda de outras atividades. O cronograma não foi totalmente seguido, ao analisar os dias de execução dos serviços, pois o supervisor, por vezes, concentrava mais serviços para determinada noite. Como o turno de trabalho no prédio era noturno, a logística de entrada de materiais e prestadores de serviços exigia otimização. Acumular mais de uma frente de serviço por turno evitou maiores desgastes da equipe de supervisão. O aumento do escopo da reforma gerou um acréscimo no prazo de entrega da obra.

Figura 17 - Recorte do cronograma da reforma "B"



Fonte: Rio Construção (2020)

## 7.2 Confrontação entre as ações planejadas e executadas

Serão expostas as situações que necessitaram de intervenção do supervisor a fim de evitar erros de execução, incoerências com os projetos ou grandes mudanças de custo e prazo da obra. Nesse aspecto, o triângulo de restrições é uma ferramenta que sugere como identificar e que parte do projeto corrigir. Aquilo que segue conforme o planejado não desequilibra o triângulo, enquanto as situações adversas colocam em perigo sua estabilidade e consequentemente o alcance da proposta escopo, custo e prazo cumpridos.

### 7.2.1 Confrontações acerca da reforma “A”

Os primeiros procedimentos executados foram as adequações hidrossanitárias e de rede de sprinklers, instalação de eletrodutos do projeto elétrico e automação e instalação da rede frigorígena de ares condicionados. Sendo que as passagens de eletrodutos do projeto elétrico e de automação tiveram de ser revistas, já que os projetos não consideravam que não havia possibilidade de passagem em duas das quatro paredes da sala, em virtude das esquadrias que ocupavam todo vão e de pilaretes a cada dois metros abaixo das janelas, conforme a figuras 18 e 19. Com isso, algumas tubulações foram passadas pelo piso, uma vez que o contrapiso ainda não havia sido executado. Essa adaptação gerou um aumento no quantitativo de material da infraestrutura das instalações elétricas.

Figura 18 - Passagem de eletrodutos



Fonte: Autor (2020)

Figura 19 - Pilaretes da fachada frontal do edifício



Fonte: Autor (2020)

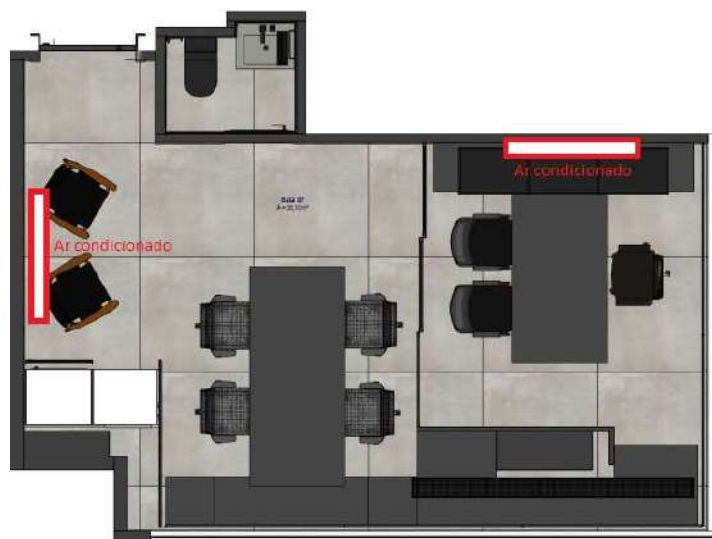
Figura 20 - Execução do contrapiso



Fonte: Autor (2020)

Outra alteração necessária foi a mudança do local de instalação de um dos aparelhos de ar condicionado, dado que onde o projeto arquitetônico previa, existia uma viga protendida de 100 centímetros de altura, ou seja, inviabilizou a instalação da máquina, que teve ser reposicionada em outra parede. Embora o novo local oferecesse menor eficiência de refrigeração para o ambiente, ao mudar, o problema da passagem da linha frigorígena e dos drenos foi resolvido, já que a parede em questão era de drywall. Na figura 21, percebe-se os cortes na parede para interligação dos drenos das evaporadoras.

Figura 21 - Posicionamento inicial das evaporadoras



Fonte: BeeHive Arquitetura (2020)

Figura 22 - Parede que recebeu as duas evaporadoras



Fonte: Autor (2020)

Havia no cronograma da obra um caminho crítico, em virtude da produção dos móveis planejados. A loja produziu o projeto dos móveis que serviu de base para a locação dos pontos e equipamentos na sala. Contudo, somente após o assentamento do revestimento do piso e da instalação do forro drywall que a fábrica iniciaria a produção com as cotas definidas com prazo de 60 dias úteis para entrega.

Assim, o cronograma inicial foi repensado porque os 40 dias acordados entre a construtora e a cliente não poderia ser cumprido em virtude dos prazos de empresas alheias ao acordo. Além disso, a arquiteta teve de reconsiderar a altura do pé direito da sala pois o que foi especificado em projeto não era executável, uma vez que a distância para a laje era menor do que 10 centímetros. As definições de como adequar os projetos consumiram alguns dias considerados no caminho crítico.

Quanto ao revestimento de porcelanato, houve uma falha no quantitativo do pedido das peças. A perda de material não foi considerada de maneira correta. Houve acidentes na instalação das peças que, por serem muito grandes e feitas de um material frágil, facilmente se quebravam. Foi necessário adquirir mais material referente a esse serviço e para não comprometer o prazo, esse pedido foi feito com antecedência de pelo menos 15 dias.

Figura 23 - Assentamento de porcelanato



Fonte: Autor (2020)

As áreas molháveis foram todas impermeabilizadas com argamassa polimérica, a fim de prevenir possíveis transtornos envolvendo vazamentos. Além da aplicação sobre o contrapiso, as paredes também receberam a camada impermeabilizante. Entende-se que esse gasto não é exagerado para o porte da obra, pelo contrário, esse serviço se torna barato quando comparado ao custo de correção, que geralmente ocorre quando já estão instalados os itens de acabamento da obra.

Figura 24 - Impermeabilização do lavabo

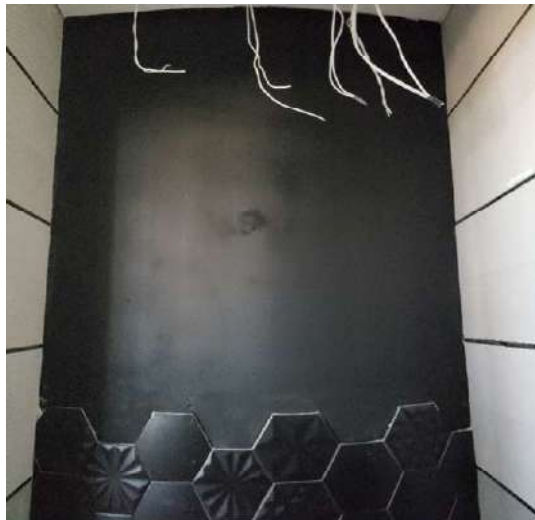


Fonte: Autor (2020)

Houve, por parte dos supervisores, um erro grave que poderia comprometer seriamente o andamento da obra. Na figura 25, percebe-se que há uma parede com revestimento 3D que

segue uma paginação especificada. O material foi comprado em maior quantidade, porém mesmo com esse cuidado, faltou unidades da peça denominada no projeto de tipo 4.

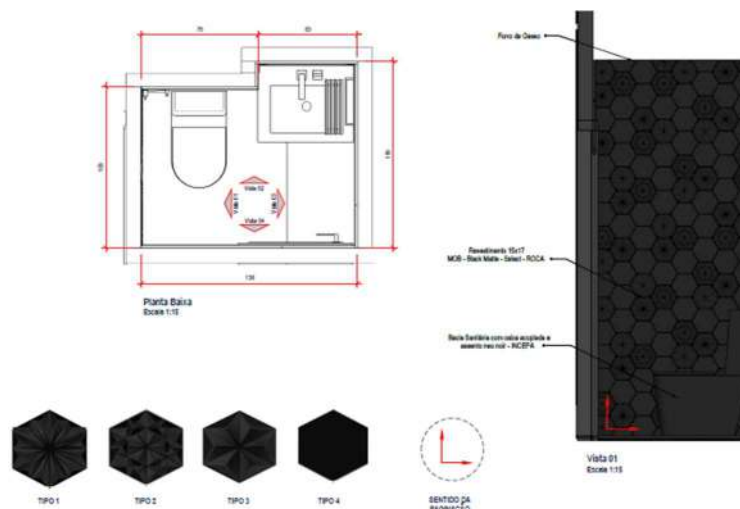
Figura 25 - Parede com revestimento 3D incompleto



Fonte: Autor (2020)

Os supervisores antes do assentamento ser iniciado não verificaram a quantidade de cada tipo de peça e com a parede concluída pela metade o serviço teve de ser paralisado. Isso gerou desgaste com a cliente e com o empreiteiro que estava assentando o material. Já que havia muitas peças ociosas na obra, a cliente optou por cancelar a paginação pensada inicialmente em virtude do alto valor que teria que desembolsar para compra das peças restantes. Ressalta-se que eram vendidas peças sortidas em cada caixa, sem garantia da quantidade exata de qual tipo na embalagem.

Figura 26 – Projeto da parede com revestimento 3D



Fonte: Beehive Arquitetura (2020)

Após resolver o empecilho dos revestimentos, ainda havia a instalação de móveis suspensos na sala. Era prevista uma estante suspensa e no meio de um dos seus nichos ficaria a evaporadora, conforme figura 27. Em alguns pontos da sala foi preciso deixar o forro aberto para instalações futuras e um desses locais receberia a estante. Essa peça foi confeccionada e pintada, entretanto a empresa fabricante não era qualificada em serviço de pintura. A consequência disso foi a entrega de uma peça com pintura de desempenho ruim, que facilmente era riscada e descascada. Isso gerou um grande problema, pois o processo de pintura não foi iniciado corretamente, sem preparo da superfície, sendo necessário a repintura de vários pontos e várias vezes com spray sintético. Os supervisores decidiram repassar o serviço de conserto do acabamento para um profissional de pintura qualificado. O custo da repintura foi arcado pela empresa de serralheria que não conseguiu cumprir com o acordado: entregar a peça, além de instalada, pintada conforme a especificação do projeto.

Figura 27 - Estante suspensa



Fonte: Autor (2020)

O serviço de primeira demão de tinta foi feito na sala ainda sem os móveis planejados. A partir de então foram executados o projeto luminotécnico, laqueamento das portas, instalação de porta de correr que divide os ambientes, instalação de evaporadoras e demais atividades.

Figura 28 - Estante com instalação de evaporadora e perfil de led



Fonte: Autor (2020)

Havia serviços que só poderiam ser concluídos após instalação dos móveis planejados. Ou seja, a obra que havia sido planejada de forma enxuta para 40 dias passou a ter uma previsão de término em 120 dias. Em relação aos móveis planejados, ocorreu ainda o não envio de algumas peças para montagem de alguns módulos dos móveis e uma porta de correr suspensa foi quebrada. Era necessário que o forro no local onde a porta seria instalada permanecesse aberto para a instalação. Isso significava acréscimo de mão de obra, pois teriam que voltar à obra os empreiteiros de drywall e pintura.

Figura 29 - Abertura no forro para instalação da porta de correr da copa



Fonte: Autor (2020)

A obra foi paralisada até que fossem entregues todos os itens restantes fornecidos pelas empresas contratadas diretamente pela cliente. A construtora entregou oficialmente a obra para a cliente cinco meses após seu início. A morosidade com que essa obra se desenvolveu gerou desgastes à construtora uma vez que o fluxo de caixa foi comprometido pela demora em receber as medições dos serviços até então inacabados.

Figura 30 - Sala entregue a cliente



Fonte: Autor (2020)

Figura 31 - Lavabo concluído



Fonte: Autor (2020)

Alguns itens do orçamento foram eliminados ou substituídos pela cliente, em virtude de o prazo para entrega não atender à demanda e o alto custo que poderia comprometer o andamento da obra. Por exemplo, tomadas de marca “premium” no mercado, cortinas motorizadas, alguns metais da copa e pedras para bancada.

### 7.2.2 Confrontações acerca da reforma “B”

A obra não foi iniciada no dia previsto pois a administração do edifício ainda não havia liberado a começo dos trabalhos e haviam muitos móveis pertencentes a cliente que estavam atrapalhando o deslocamento dentro da sala. A partir do aval da administração e retirada dos móveis, o serviço de demolição foi iniciado. Demorou-se mais tempo na retirada do entulho da sala do que propriamente na demolição. A logística para entrada e saída de material era limitada a um único elevador, que era tanto social como de serviço. O local indicado pela administração para estacionar o contêiner de entulho era na avenida, ou seja, a distância para o descarte do material era também um empecilho que atrapalhava a produtividade da equipe.

Figura 32 - Parte do entulho da demolição



Fonte: Autor (2020)

Após a demolição do forro, foi possível ver que as instalações elétricas existentes não seguiam nenhum tipo de projeto, conforme figura 33. Havia muitos fios emaranhados, atravessando toda a sala, sem uma lógica seguida e junto deles os arames da estrutura do antigo forro. Decidiu-se cortar todos os fios e os arames. Foi passada desde o quadro de distribuição uma nova estrutura de eletrodutos para os pontos descritos no projeto luminotécnico e de

tomadas da sala de espera. Essa ação não prevista gerou um aumento no custo do serviço, tanto em material quanto em mão de obra.

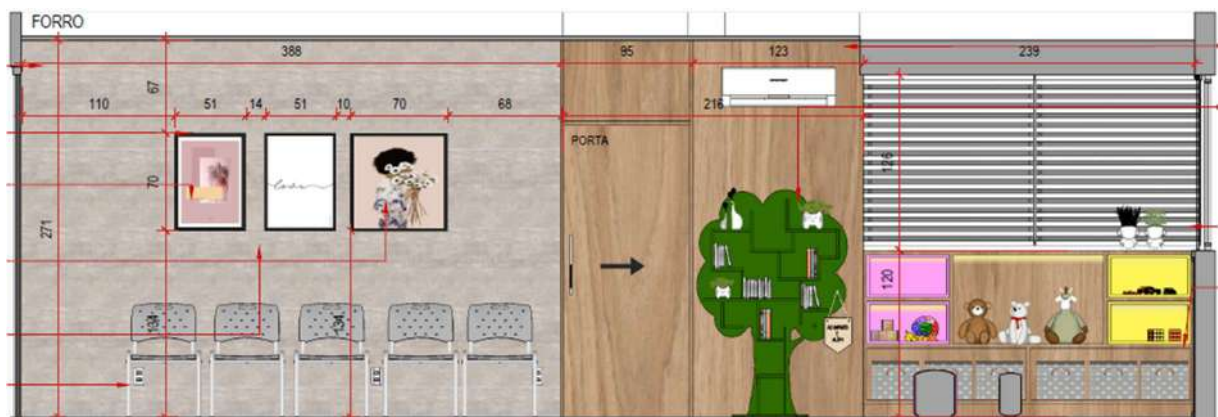
Figura 33 - Local com cabeamento exposto



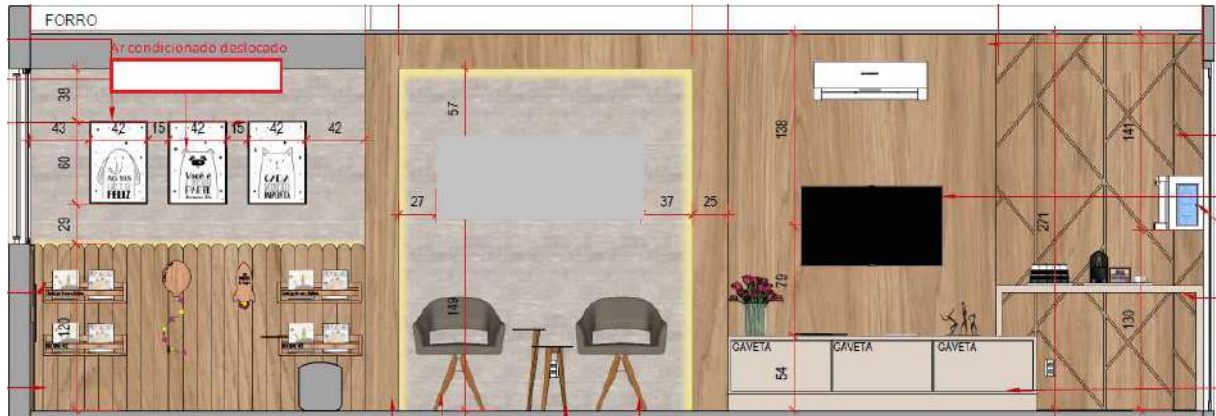
Fonte: Autor (2020)

O projeto arquitetônico locava um dos aparelhos de ar condicionado em um pilar. Em virtude da dificuldade de passar a linha frigorígena e dreno pelo pilar, deslocou-se a evaporadora para a parede onde outro ar condicionado também seria instalado. Na figura 34, vê-se a evaporadora posicionada em um painel de MDF, que está fixado a um pilar de extremidade do edifício. Enquanto na figura 35, percebe-se o local para o qual o ar condicionado foi deslocado, em outra parede, a fim também compartilharem a mesma tubulação de drenagem.

Figura 34 - Vista da sala de espera à esquerda



Fonte: Autor (2020)  
 Figura 35 - Vista da sala de espera à direita



Fonte: Autor (2020)

Como a demolição do forro antigo não pode ser executada somente no ambiente da sala de espera, a cliente foi orientada desde o início da obra a executar o novo forro nas duas salas. Em geral, os serviços de drywall não atenderam ao prazo estipulado e tampouco ao custo. Isso por conta do escopo que sofreu alteração. A área de forro a ser executado praticamente dobrou. Surgiu ainda a necessidade de vedar as janelas venezianas acima das esquadrias, conforme figura 36 e fazer fechamentos não previstos em outras paredes.

Figura 36 - Vedação das janelas venezianas sobre esquadrias de vidro



Fonte: Autor (2020)

Figura 37 - Construção da parede divisória em drywall



Fonte: Autor (2020)

Enquanto a reforma da sala de espera estava paralisada em virtude do atraso na entrega dos materiais luminotécnicos como perfis, fitas de led e fontes, os serviços acrescentados foram iniciados. Primeiramente foi preciso demolir mais duas paredes e repassar a tubulação de água que alimentava a sala de espera pelo piso.

Figura 38 - Retrabalho de demolição



Fonte: Autor (2020)

O ambiente foi limpo novamente e liberado para o serviço de instalação elétrica e de ar condicionado. Essas instalações geraram novas aberturas no forro, uma vez que seria necessário de passar novos circuitos e uma linha frigorígena grande para o porte da sala. Após essas instalações, o ambiente foi liberado para pintura.

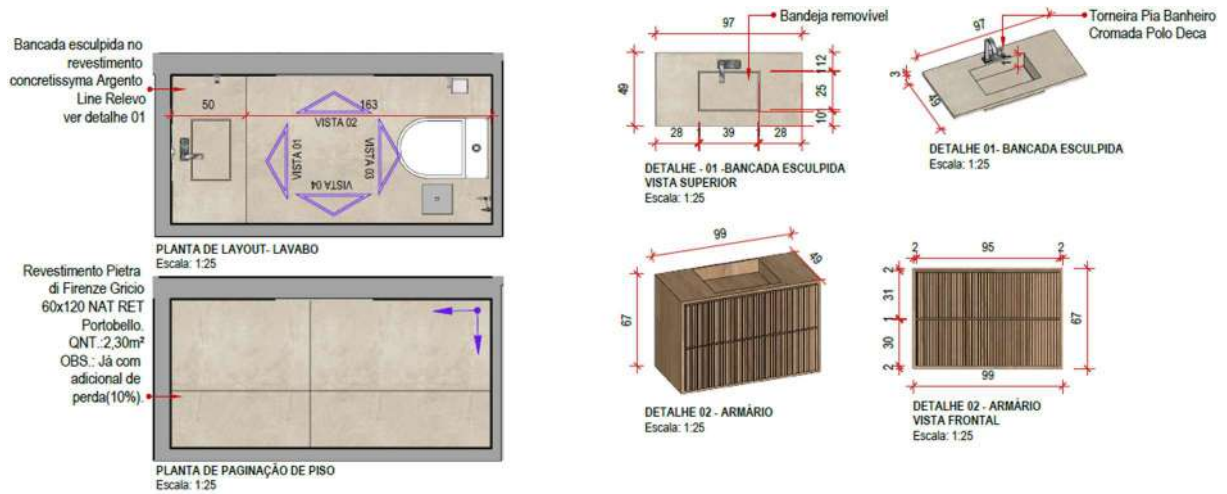
Embora o banheiro faça parte dessa segunda sala, conforme figura 15, o contrato inicial completa a sua reforma junto com a sala de espera. Portanto, o banheiro foi reformado ao mesmo tempo que a sala. Apenas no final da obra, que houve o incremento do escopo. O banheiro foi executado conforme o projeto (figuras 40 e 41), excetuando-se o espelho e papel de parede (cancelados) e os metais que foram de menor custo.

Figura 39 - Revestimento do banheiro assentado



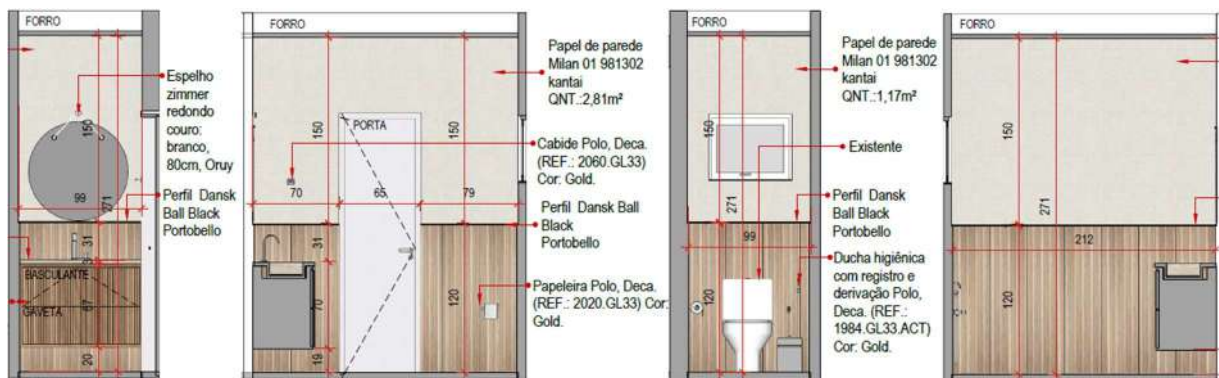
Fonte: Autor (2020)

Figura 40 - Projeto do revestimento, bancada e armário do banheiro



Fonte: Daniella Torres Arquitetura | Desing (2020)

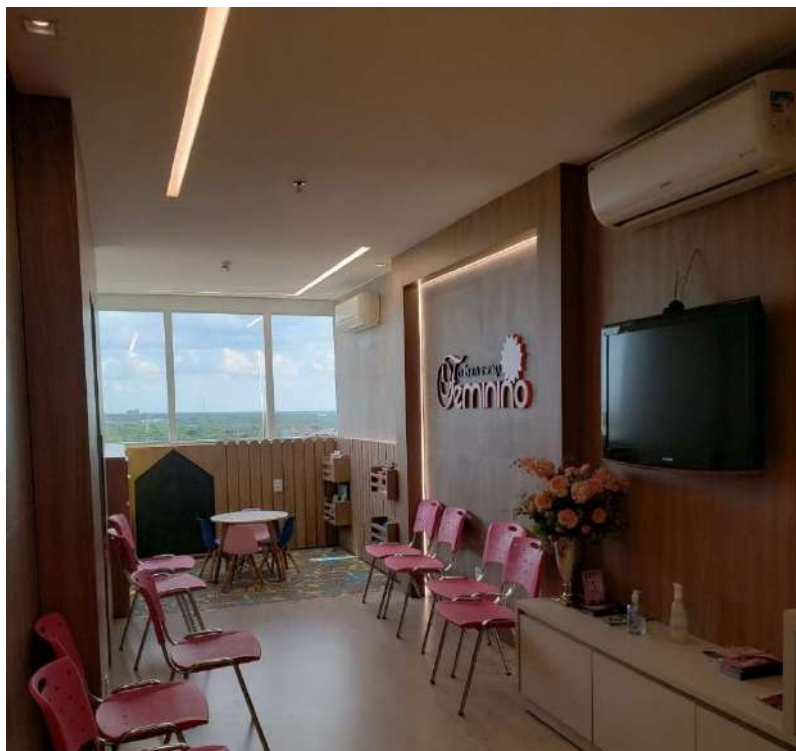
Figura 41 - Vistas do projeto do banheiro



Fonte: Daniella Torres Arquitetura | Desing (2020)

Após a instalação dos materiais luminotécnicos atrasados, a sala de espera foi entregue de imediato e, na mesma semana, a outra sala também foi concluída. A sala de espera além de acomodar pacientes, tinha um ambiente de brinquedoteca para as crianças, conforme figuras 42 e 43.

Figura 42 - Sala de espera concluída



Fonte: Autor (2020)

Figura 43 - Brinquedoteca da sala de espera



Fonte: Autor (2020)

### **7.3 Aplicação do conceito do triângulo de restrições nas reformas estudadas**

#### **7.3.1 Gerenciamento do escopo executado**

Como já mencionado neste trabalho, o escopo é a restrição mais alterada em projetos. Tanto na reforma “A” quanto na “B”, os projetos apresentavam boa especificação. Contudo, sempre que houve alguma dúvida sobre os projetos as arquitetas responsáveis foram contatadas. O gerenciamento do escopo ocorreu por meio da supervisão dos serviços executados pelos empreiteiros. O entendimento da execução de cada serviço foi importante para gerenciar o escopo, pois um serviço mal feito pode comprometer seriamente os demais anterior e posteriormente. Um exemplo disso é o assentamento incorreto de porcelanatos que pode acarretar na necessidade de retirada da peça, o que fatalmente comprometerá a impermeabilização e, em piores casos, a retirada arriscada de estruturas dependentes da peça, como móveis, bancadas, entre outras.

Os projetos, arquitetônico e complementares, foram ferramentas de controle, servindo para a avaliação do status do escopo do projeto e do produto. O gerente do projeto, no caso das obras mencionadas, o supervisor da obra, não precisou acompanhar totalmente o período que o serviço estava sendo executado, porém obrigatoriamente foram feitas as conferências de serviço. Separar um tempo do dia para validar ou reprovar as atividades executadas foi fundamental para que falhas graves não passassem despercebidas. Assim, as obras foram entregues parcialmente conforme o escopo inicial, uma vez que houve alterações que também foram atendidas, executadas e entregues.

#### **7.3.2 Gerenciamento do custo executado**

Um bom orçamento analítico depende, além de profissionais capacitados para produzi-lo, do escopo do projeto bem definido. Em ambas obras, os projetos ofereciam especificações acerca dos itens presente nas representações. O orçamento acompanha todas as fases da obra. Em ambas obras houve serviços, sobretudo de pedreiro, que não foram previstos no orçamento por falta de especificação no projeto ou alteração de escopo. Entretanto, enquanto alguns serviços consumiram mais recursos, outros economizaram.

Os custos foram sendo atualizados ao longo das reformas. Um relatório físico-financeiro semanal era emitido com base nas medições enviadas para pagamento dos empreiteiros. A partir disso, conseguia-se acompanhar o andamento em custo e prazo das atividades.

Na figura 44, é apresentado o relatório com as informações de custo total da obra, medição da obra, relatório financeiro, análise econômica da obra, custo de alteração de escopo do cliente e por fim a análise real da obra. O primeiro item se refere ao custo da obra estimado pelo orçamento analítico. O segundo é a medição dos serviços que constam no orçamento que foram executados parcial ou totalmente. Isso foi feito estimando, através de pesos, o percentual de conclusão dos serviços necessários e orçados da obra. O terceiro item do relatório é o que a construtora enviou para o cliente efetuar pagamento, desde taxas a insumos. Nele estão contidas todas as atividades que foram de fato executadas na obra. O percentual dos três primeiros itens se refere ao orçamento analítico básico da obra. Ressalta-se que, a construtora firma em contrato o compromisso de estimar o orçamento da obra com variação máxima de 10%. Assim, o quarto item é uma análise parcial do que foi gasto com os serviços e insumos executados. Em caso de variação excessiva, é preciso analisar sua causa: se foi na confecção do orçamento, execução do projeto ou mudanças feitas do cliente. O quinto item é muito importante para a construtora se resguardar das alterações imputadas pelo cliente. Caso não houvesse o controle das atividades decorridas de alteração de escopo, a empresa teria de arcar com custos fora de suas responsabilidades. Portanto, esse item serve como justificativa do quarto item, a análise econômica (parcial). Logo, a análise econômica real da obra é o valor obtido no relatório financeiro subtraído do valor de extra escopo. Assim, comparando esse valor com o custo medido (item 2), obtém-se o custo final de economia da obra.

Ao término das obras, foram feitas as análises econômicas finais e percebeu-se que os orçamentos de ambas foram eficazes, atingindo um valor próximo da realidade dos gastos previstos para o escopo inicial.

Figura 44 - Exemplo de relatório financeiro semanal

| ANÁLISE ECONÔMICA      |        |               |
|------------------------|--------|---------------|
| CUSTO TOTAL DA OBRA    | 100%   | R\$ 76.932,57 |
| MEDIÇÃO DA OBRA        | 45,81% | R\$ 35.244,11 |
| RELATÓRIO FINANCEIRO   | 55,56% | R\$ 42.742,73 |
| ANÁLISE ECONÔMICA OBRA | -9,75% | -R\$ 7.498,62 |
| EXTRA ESCOPO CLIENTE   | 7,81%  | R\$ 6.007,00  |
| ANÁLISE ECONÔMICA REAL | -1,94% | -R\$ 1.491,62 |

Fonte: Rio Construção (2020)

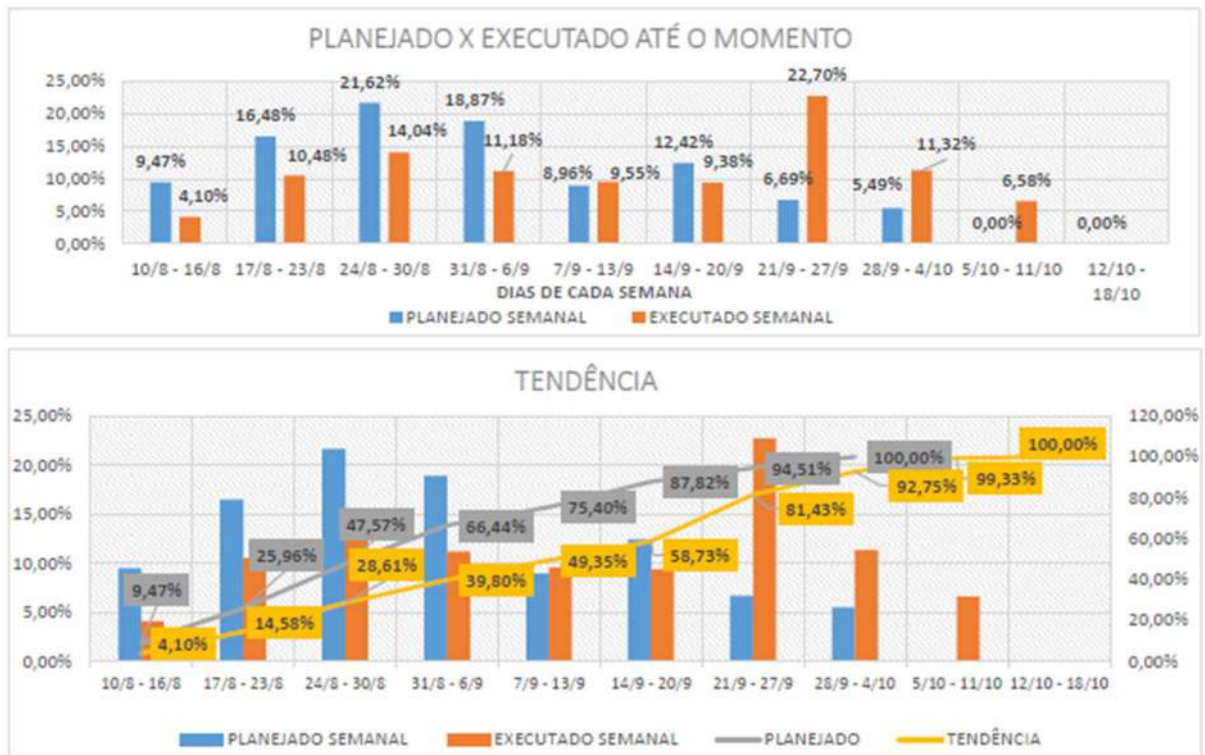
### 7.3.3 Gerenciamento do cronograma executado

Enquanto o cronograma era seguido conforme planejado, era observada a produtividade das equipes, pois boa parte das atividades do início da obra faziam parte do caminho crítico. Como os casos estudados se tratavam de pequenas reformas, as atividades ocorriam rapidamente, em dias. Ou seja, era necessário monitorar e avaliar diariamente o rendimento dos serviços. Apesar dos cronogramas das duas obras não terem sido prontamente seguidos após as alterações de escopo e atrasos de fornecimento de material, essas peças foram importantes para o desenvolvimento das atividades.

Os cronogramas não continham todos os serviços minuciosamente descritos, entretanto o fluxo de trabalho e as estimativas de prazo de cada atividade eram acompanhados, uma vez que controlando o prazo mais gastos diários eram atenuados. As atividades que não faziam parte do caminho crítico podiam ser executadas fora das datas previstas sem comprometer o prazo final. Algumas atividades tiveram suas datas remanejadas a fim de otimizar alguns serviços empreitados.

Na figura 45, vê-se um exemplo de relatório físico semanal das atividades gerado com base na alimentação de informações do software MS Project. O primeiro gráfico apresenta o que havia sido planejado e o que foi executado em cada semana. E conforme os serviços são executados, o prazo final da obra é adiantado ou atrasado. No segundo gráfico, percebe-se o andamento real da obra e a relação desse ritmo com o que foi inicialmente planejado. Com os atrasos de atividades do caminho crítico do cronograma, a linha de tendência se movimenta e apresenta uma nova data final para o projeto, caso o ritmo se mantenha o mesmo. Com essas informações, o a equipe de execução pôde estudar formas de adiantar serviços para minimizar o atraso da obra.

Figura 45 - Exemplo de relatório físico semanal



Fonte: Rio Construção (2020)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de reformas e construção civil é cíclico, apresentando altas e baixas que, no Brasil, acompanham a economia nacional. O cenário de crise evidencia a necessidade do profissional gerente de projetos e seus trabalhos, uma vez que a procura por otimização de recursos é imprescindível.

O estudo de caso da aplicação do conceito nas reformas possibilitou observar constantemente como as situações de obra mudam repentinamente e geram grandes interferências nas metas estipuladas sobre o prazo, o custo e a qualidade.

Com base no estudo realizado, o conceito de tripla restrição é eficaz, retrata a realidade com que os projetos são desenvolvidos: através de um equilíbrio de situações (restrições), que variam constantemente. Além disso, oferece condições de diagnosticar, anteriormente ao início do projeto, os futuros gargalos possíveis. O método de gerenciamento baseado nessas restrições, para obras de reforma, apresentou-se satisfatório em virtude de o trabalho ao ser realizado ter sido concluído conforme as especificações.

Ambos cronogramas foram extremamente penalizados em virtude das alterações de escopo e dependências de terceiros. O cronograma informou corretamente os caminhos críticos das reformas, uma vez que as atividades que geraram problemas no desenvolvimento dos trabalhos faziam parte da sequência.

Sobre as situações relacionadas ao custo, desconsiderando as atividades extra-escopo, os orçamentos analíticos de ambas reformas foram bastante eficientes ao atingir um grau de precisão alto em relação ao escopo inicialmente estipulado. Sem os orçamentos, o trabalho de organização e análise financeira, isto é, atividades de controle das obras, seria muito dificultoso.

São muitos os problemas para os quais a engenharia deve dar resposta. Conforme esse trabalho suscitou, a entrega de obras com baixa qualidade, custos e prazos estourados é uma grande deficiência do setor, em virtude da falta ou falha de gerenciamento. O estudo da aplicação do conceito do triângulo de restrições nas unidades de reformas apresentou que o escopo é comumente alterado e, com isso, também são alterados o custo e o cronograma.

As partes interessadas nas reformas que serviram de unidades-caso para esse trabalho ficaram satisfeitas com o produto final entregue. Ressalta-se que do triângulo de restrições não é absoluto em relação aos outros meios de gerenciamento, contudo, percebe-se que o seu retorno técnico é relevante, mesmo sendo um conceito criado em 1969.

Conclui-se que a aplicação do conceito em reformas comerciais apresenta vantagens e proporciona ao gerente controlar com maior apuro o escopo, o custo e o cronograma de seu

projeto, ou seja, o gerenciamento do projeto baseado no triângulo de restrições possibilita a entrega de obras com qualidade, com custo e prazo cumpridos. Conforme abordado no trabalho, é necessário estar municiado das peças técnicas importantes para as tomadas de decisão. O conceito de tripla restrição é eficiente quando há um gerente instruído a frente dos trabalhos, peças técnicas disponíveis e meta de otimização dos recursos e alcance de um alto padrão de qualidade.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, L.C de. **Módulo 10 – Como entregar uma obra para o seu cliente.** In: TREINAMENTO DA LIMPEZA DO TERRENO À ENTREGA DAS CHAVES, Palmas, 2020.

BUSSACARINI, F. **TRIPLA RESTRIÇÃO: Gerenciamento de custos, prazo e escopo na Gestão de Projetos.** 2018. Disponível em: <<https://movimentoimpactoglobal.com.br/tripla-restricao/#:~:text=A%20Tripla%20Restri%C3%A7%C3%A3o%20na%20Gest%C3%A3o,na%20entrega%20de%20um%20projeto>>. Acesso em: 21 set. 2020.

CAMPOS, L.F.R. **Gestão de projetos.** Curitiba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, 2012.

CBIC. **Construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda.** 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/posicionamento-cbic-construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

CBIC. **Desempenho da economia nacional e do setor da construção em 2008 e perspectivas para 2009.** Brasília: BD/CBIC, 2008. Disponível em: <[http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/02\\_Balanco\\_2008.pdf](http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/02_Balanco_2008.pdf)>. Acesso em: 25 out.. 2020.

CBIC. **Estudo comprova impacto da informalidade na construção civil e norteia ações da CBIC para reduzir sua incidência.** 2017. Disponível em: <<https://cbic.org.br/estudo-comprova-impacto-da-informalidade-na-construcao-civil-e-norteia-acoes-da-cbic-para-reduzir-sua-incidencia/>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CBIC. **PIB 2015,** 2015. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2015>>. Acesso em: 22 set. 2020.

CNI. **Sondagem especial – construção civil,** 2011. Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/cni\\_estatistica\\_2/2011/04/01/146/SE38ABR2011.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/cni_estatistica_2/2011/04/01/146/SE38ABR2011.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CORDEIRO ARAUJO, A. M. (2012); **Gerenciamento de Riscos em Contrato de Obras Públicas-Estudo de Caso: Serviços de Reforma em Imóveis Funcionais**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil. 181p. Publicação E.DM-013/12, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília – UnB. Brasília, DF, 181p. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M12-13A-Almira-Araujo.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

CREEDY, G. Risk Factors Leading to Cost Overrun in Highway Construction Projects. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CLIENT DRIVING INNOVATION, 2., Brisbane, 2004. **Anais...** Brisbane, 2004. Disponível em: <[https://eprints.qut.edu.au/16399/1/Garry\\_Creedy\\_Thesis.pdf](https://eprints.qut.edu.au/16399/1/Garry_Creedy_Thesis.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2020

DUARTE, C. C. M., et al. Análise do conceito de sucesso aplicado ao gerenciamento de projetos de tecnologia da informação. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 5, n. 3, 2012 Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/9307/analise-do-conceito-de-sucesso-aplicado-ao-gerenciamento-de-projetos-de-tecnologia-da-informacao/i/pt-br>>. Acesso em: 10 out. 2020.

GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo. Atlas, 2002.

GONÇALVES, Robson. Ciclo e tendência na construção civil. **FGV Projetos: Economia**. Disponível em: <[https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/artigo\\_robson.pdf](https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/artigo_robson.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2020.

LANGSTON, Craig. **Development of generic key performance indicators for PMBOK® using a 3D Project integration model**. 2013. **Construction Economics and Building Journal**. Disponível em: <<http://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/about>>. Acesso em: 20. set. 2020.

LOUZADA, P. **O que é o triângulo de ferro na gestão de um projeto?** 2019. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/o-que-o-tringulo-de-ferro-na-gesto-de-um-projeto/>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

MENAS, J. S. **Gerenciamento da restrição tripla em projetos de infraestrutura no Brasil. 2019.** 41 p. Trabalho de Conclusão de MBA (Gerenciamento de Projetos) – Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<<https://www15.fgv.br/network/tcchandler.axd?TCCID=8671>>. Acesso em: 05 out. 2020.

MICROSOFT. **O triângulo do projeto.** Disponível em: <<https://support.microsoft.com/pt-br/office/o-tri%C3%A2ngulo-do-projeto-8c892e06-d761-4d40-8e1f-17b33fdcf810>>. Acesso em: 01 out. 2020.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **A influência do PMBOK no gerenciamento de projetos.**

Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/influencia-pmbok-gerenciamento-projetos/>>. Acesso em: 25 set. 2020.

MOTA, L.M. **Utilização da tecnologia BIM aliada aos conceitos do PMBOK® no desenvolvimento de projetos para a construção civil. 2019.** 105 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal do Tocantins. Palmas, 2019. Disponível em: <<http://portal.ifto.edu.br/araguatins/palmas/campus-palmas/ensino/biblioteca/Acervo/trabalhos-academicos/engenharia-civil/2019/lucio-mota-m-junior.pdf>>. Acesso em: 20 Set. 2020.

NAKAGAWA, M. **Apresentação.** In: Congresso Brasileiro de Custos, 9/2002. São Paulo. Anais. FECAPI, 2002.

OLIVEIRA, N. D. **Empreendimentos da construção civil têm queda de 16,5% entre 2014 e 2015.** Agência Brasil, 2017. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-06/empreendimentos-da-construcao-civil-tem-queda-de-165-entre-2014-e-2015#:~:text=A%20constata%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20da%20Pesquisa,5%25%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202014>>. Acesso em: 22 set. 2020.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.** 6.ed. Newtown Square. Project Management Institute, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 3.ed. Newtown Square. Project Management Institute, 2004.

RAMABODU, M.; VESTER, P. Factors Contributing to Cost Overruns of Construction Projects. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM – BUILT ENVIRONMENT CONFERENCE, 5., Durban, 2010. **Anais...** Durban: CIB, 2010. Disponível em: <[https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC22746.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC22746.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2020.

SERPA, S. **Restrições de projeto para reduzir custos**. PMBK, 2016. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/restricoes-de-projeto-para-reduzir-custos/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

SILVA, G.P; LIMA, J.F. Gerenciamento da Restrição Tripla em Gestão de Projetos no Terceiro Setor. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 11, 2014, Resende. Resende: AEDB, 2014. 14 p. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/47220552.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2020.

XAVIER, Ivan. **Apostila do curso – orçamento, planejamento e custos de obra**. São Paulo: FUPAM, 2008.

## **APÊNDICE A – Cartilha sobre a aplicação do triângulo de restrições**

# CARTILHA SOBRE A APLICAÇÃO DO TRIÂNGULO DE RESTRIÇÕES



**André Curcino Ribeiro de Oliveira**  
2021

Gerenciamento de Projetos no Triângulo de Ferro e, após o Triângulo de Restrições e Triângulo de Aceito no setor, sendo Chegado a compor o Gerenciamento de Projetos na área de gerenciamento

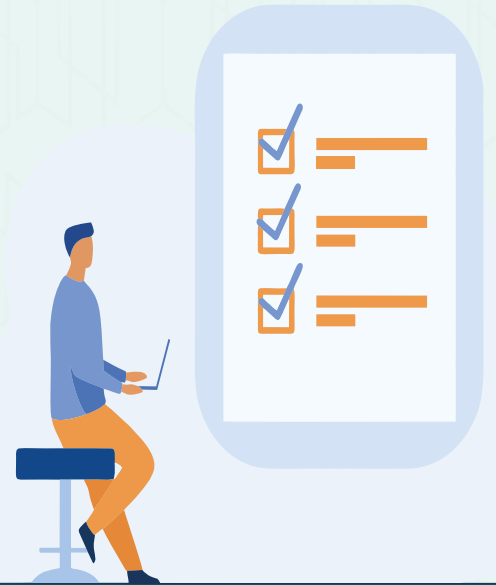
# O que é?

Cada ponta do triângulo é uma restrição determinante para se alcançar sucesso no projeto. A alteração de uma dessas variáveis obrigatoriamente afetará, quando não as duas, pelo menos uma delas.



# Para que serve?

O conceito auxilia a pessoa que vai gerir um projeto tanto antes quanto durante a execução do mesmo. É imprescindível fazer um bom planejamento para se ter uma etapa de trabalho bem acertada. Com a aplicação do Triângulo de Restrições, o andamento do projeto bem como o seu prazo e custo são monitorados. As tomadas de decisão são pautadas em situações concretas.



## Restrições do projeto



As restrições do projeto são situações que restringem a ação do gerente, ou seja, as quais delimitam o andamento do projeto. As variáveis do Triângulo de Restrições são: **escopo, custo, tempo e qualidade.**

Como a alteração de uma variável impacta ao menos uma das outras, cabe ao gerente reestabelecer o equilíbrio do triângulo ajustando as variáveis afetadas.

# Escopo

O escopo é a restrição base pois a partir dela se cria e controla as demais. Existe o escopo do produto e escopo do projeto. O escopo do produto são as características e funções que descrevem um produto, serviço ou resultado. Já o escopo do projeto se trata do trabalho que deve ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas (PMBOK 2017, p. 131).

**Exemplo: pintura de uma sala na cor cinza**

**Escopo do produto:** tipo de acabamento da tinta (fosco, acetinado, semi-brilho) e cor da tinta.

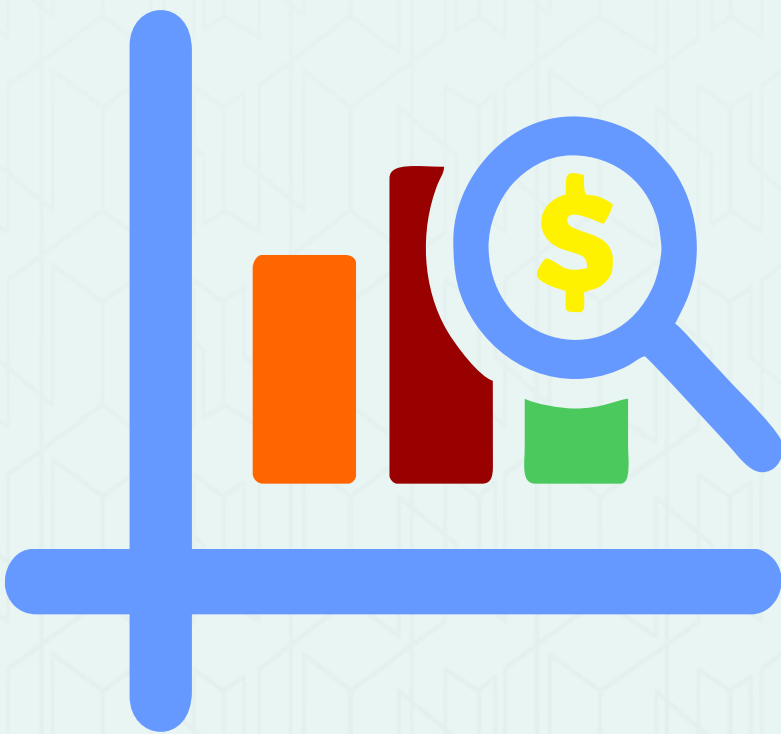
**Escopo do projeto:** contratação de um profissional, compra de materiais, etapas de trabalho (emassamento, lixamento, demãos de tinta) e validação da qualidade do serviço.



O escopo deve ser rico em detalhes pois é a principal referência do projeto e é o alto nível de detalhamento que possibilitará estipular metas de prazo, custo e qualidade. Saiba que iniciar um projeto sem de fato um projeto implica em desperdício de tempo e dinheiro.

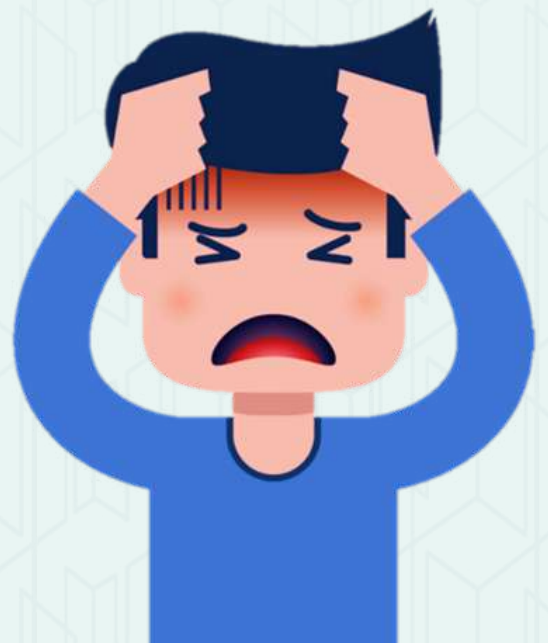
# Custo

O custo de um projeto depende de muitos itens. É preciso estimar com o maior rigor possível todas as questões que envolvem o projeto, desde as atividades preliminares até as ultimas atividades antes da entrega. Essa estimativa é feita através de um orçamento analítico, que é o meio mais eficaz e seguro para chegar à composição do custo do projeto.



É mais vantajoso investir em um bom orçamento do que ser pego de surpresa com tantos custos. Iniciar um projeto organizado financeiramente é fundamental para o seu bom andamento e êxito.

Vale ressaltar que, mesmo o orçamento sendo uma peça técnica complexa, não se acerta o valor exato. O objetivo é aproximar o máximo da realidade. Portanto, estimar o custo do projeto com base apenas em experiência de serviço não é recomendado, uma vez que a probabilidade de fracasso é alta.



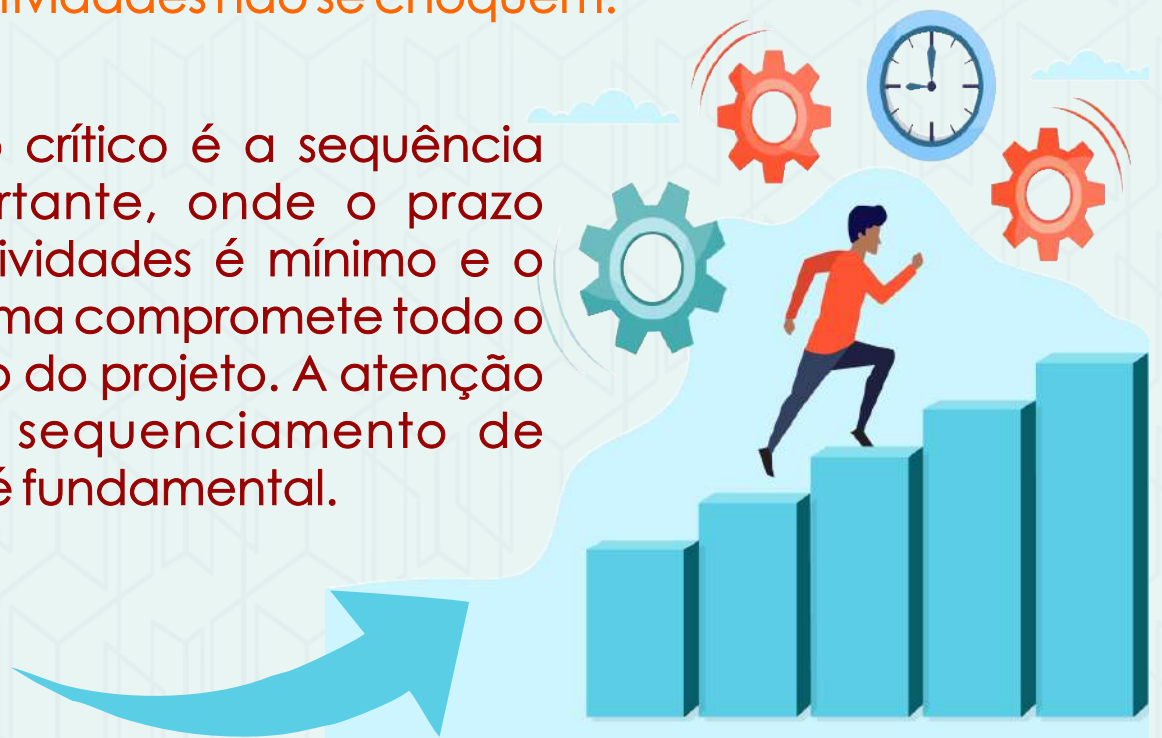
# Tempo



O cronograma deve ser feito listando em sequência as atividades e estipulando datas de início e término. É preciso estudar bem o escopo e o orçamento para que as estimativas das datas sejam mais próximas da realidade.

A montagem do cronograma pode ser feita à mão ou através de softwares que facilitem esse trabalho. Aconselha-se que o profissional que fizer o cronograma tenha experiência em execução de obra, pois o mau dimensionamento dos prazos gera confusão, desgaste e perda de tempo no desenvolvimento das atividades. É importante que o cronograma seja sempre consultado a fim de que as atividades não se choquem.

O caminho crítico é a sequência mais importante, onde o prazo entre as atividades é mínimo e o atraso de uma compromete todo o andamento do projeto. A atenção para esse sequenciamento de atividades é fundamental.



# Qualidade



Essa restrição é extremamente sensível às alterações das demais já citadas. Quando ocorre um desequilíbrio do triângulo e o gerente do projeto não adapta o escopo, nem o custo nem o tempo, a qualidade do projeto será afetada. Não há padrão de qualidade universal. Em qualquer projeto, a qualidade é definida dentro do próprio projeto e, em alguns casos, ela não é a variável mais importante.



- A qualidade não se restringe ao produto final mas também aos meios para se alcançar o sucesso do projeto.

Por exemplo, a compatibilização do projeto garantindo o equilíbrio ao triângulo é uma ação de qualidade.



# Como aplicar?

1. Analisar todos os projetos, orçamento e cronograma para fazer uma conferência de informações e a compatibilização geral do projeto;
2. Monitorar constantemente as atividades que estão sendo executas, se elas estão conforme detalhamentos do escopo, do orçamento e do cronograma;
3. Fazer um relatório periódico das alterações ocorridas durante o desenvolvimento dos trabalhos, seja no escopo, no orçamento ou no cronograma.

## Em caso de problema

1. Identificar e reconhecer a gravidade do problema apontando suas causas e consequências;
2. Identificar se a causa do problema é referente ao escopo, ao custo ou ao cronograma;
3. Buscar soluções que eliminem ou amenizem a causa do problema;
4. Apontar as variáveis afetadas com a solução proposta e avaliar a sua viabilidade para reequilibrar o triângulo;
5. Monitorar constantemente a partir de cada atualização do projeto.

# EXEMPLO PRÁTICO

## Problema

Supõe-se que há uma demanda de serviço de pintura de 10 salas de aula e, para isso, um profissional de pintura foi contratado. O recurso financeiro disponível é de R\$ 10.000,00 e o prazo para entrega do serviço é de 10 dias. Ou seja, o custo de cada sala é de R\$ 1.000,00 e o prazo para término de cada uma delas é de 1 dia. Entretanto, no quinto dia de serviço, faltando ainda 5 salas para serem pintadas, o prazo que antes era de 10 dias foi reduzido para 7 dias.

### Solução 1: Contratar mais um profissional

Consequência: Aumento do custo total, cumprimento do prazo de 7 dias e do escopo previsto.

### Solução 2: Diminuir a quantidade de salas pintadas

Consequência: Diminuição do escopo (frustração), possível diminuição do custo total e atendimento do prazo de 7 dias.



### Solução 3

**Qualidade é afetada pelo desequilíbrio das restrições**

Solução 3: Manutenção de apenas 1 profissional, do escopo de 10 salas de aula, do prazo de 7 dias e do custo de R\$ 1.000,00 por sala.

Consequência: alta probabilidade de o serviço ser entregue com baixa qualidade, o que também pode gerar desgaste e frustração.