



**INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DO GRUPO ÂNIMA EDUCAÇÃO**  
**WILLIAN LEMES FRANÇA MACHADO**

**ANÁLISE DE CUSTOS DOS PROBLEMAS EM UMA OBRA UTILIZANDO O**  
**MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO –**  
**ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre

**WILLIAN LEMES FRANÇA MACHADO**

**ANÁLISE DE CUSTOS DOS PROBLEMAS EM UMA OBRA UTILIZANDO O  
MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO –  
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil, do Centro  
Universitário Ritter dos Reis (UniRitter), como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel.

Orientador: Prof. Marcelo Figueiredo.

Porto Alegre

2022

WILLIAN LEMES FRANÇA MACHADO

**ANÁLISE DE CUSTOS DOS PROBLEMAS EM UMA OBRA UTILIZANDO O  
MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO –  
ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Porto Alegre, 02 de dezembro de 2022.

---

Prof. e orientador Marcelo Figueiredo.  
Centro Universitário Ritter dos Reis

---

Prof. Marcelo Figueiredo.  
Centro Universitário Ritter dos Reis

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer em primeiro lugar aos meus pais, pois sem eles não estaria onde estou, foram minha força e minha motivação ao longo de toda a jornada, dedico todas as vitórias que conquisto a eles. Quero agradecer também a minha namorada Tamara que me impulsiona todos os dias me dando força para nunca desistir e sempre estando ao meu lado nos momentos mais difíceis dessa caminhada sem nunca duvidar que eu conseguiria atingir todas as minhas metas.

Dedico também as pessoas que fizeram parte da minha vida nesse tempo na instituição apoiando e sempre ajudando sem nem pensar, passando dificuldades e ótimos momentos juntos, das risadas e quase choros depois de uma prova difícil, ao Andrei, Emily, Renata e Gabriele.

Para os meus amigos e irmãos de uma vida toda do Semr que mesmo em cursos diferentes ou instituições diferentes conseguiam parar o que estavam fazendo para ajudar um ao outro, a quem passei a maioria dos momentos conversando enquanto estudava durante a noite, para o meu professor e orientador Marcelo, que me encaminhou pelo melhor caminho para a conclusão desse trabalho dedicando seu tempo e sempre com muita paciência aconselhando e compartilhando seu conhecimento. E por fim para os meus colegas de trabalho, principalmente ao Thiago, Leandro e Lucas com quem aprendi muito do que sei hoje, com quem convivo todos os dias dividindo o peso do trabalho, comemorando quando tudo dá certo, ficando chateado pelo outro quando as coisas não vão tão bem, mas nunca desistindo e sempre correndo atrás. A todos que fizeram parte, meu muito obrigado.

## RESUMO

O método construtivo de paredes de concreto armado possui fôrmas metálicas reutilizáveis, telas de aço já montadas com os kits elétricos e hidráulicos prontos e é um método construtivo que tem como principal objetivo entregar maior produtividade e economia, além de ser uma alternativa mais sustentável pois em comparação com outros métodos quase não gera resíduos. O método é recomendado para obras onde se tem alta repetitividade, podendo fazer um andar a cada dois dias, o que acelera o prazo de entrega e diminui gastos com materiais como pregos, madeira e tijolos.

O presente estudo tem como objetivo avaliar os problemas durante a fase de execução de uma obra em Porto Alegre que utiliza o método construtivo parede de concreto, tendo como principais pontos exemplos de falhas na execução e conferência de atividades ligadas ao sistema construtivo que geraram custos não previstos ou maiores que os orçados, mostrando os impactos que uma má gestão tem em um dos principais fatores de uma obra que é o custo. Para o estudo foi utilizado casos que ocorreram durante a execução de uma obra na cidade de Porto Alegre, que através de análises utilizando uma planilha com dados da empresa para a medição de produtividade foi possível obter os valores gastos com cada atividade, levando em conta o tempo gasto e tipo de serviço a ser executado. Foram observados custos significativos para realizar os consertos e ajustes além de um prazo não previsto pela construtora.

**Palavras-chave:** Parede de concreto, Patologias, Falhas, Custos.

## **ABSTRACT**

The constructive method of reinforced concrete walls has reusable metallic forms, and steel screens already assembled with the electric and hydraulic kits ready and is a constructive method whose main objective is to deliver greater productivity and economy, in addition to being a more sustainable alternative because in Compared to other methods, it generates almost no waste. This method is recommended for works where there is high repetitiveness, being able to build a floor every two days, which speeds up the delivery time and reduces expenses with materials such as nails, wood, and bricks.

The present study aims to evaluate the problems during the execution phase of a work in Porto Alegre that uses the concrete wall constructive method, having as main points examples of failures in the execution and checking of activities linked to the constructive system that generated costs not predicted or greater than budgeted, showing the impacts that poor management has on one of the main factors of a work, which is the cost. For the study, cases that occurred during the execution of a work in the city of Porto Alegre were used, which through analyzes using a spreadsheet with company data for the measurement of productivity was to obtain the amounts spent on each possible activity, taking into account the time spent and type of service to be performed. Prolonged costs were observed to carry out the repairs and adjustments beyond a period not foreseen by the construction company.

**Keywords:** Concrete wall, Pathologies, Failures, Costs.



## SUMÁRIO

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                               | <b>8</b>  |
| <b>2. PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>                                                      | <b>8</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS DA PESQUISA.....</b>                                                     | <b>9</b>  |
| 3.1. OBJETIVO GERAL .....                                                                | 9         |
| <b>3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>                                                 | <b>9</b>  |
| 3.2. JUSTIFICATIVA .....                                                                 | 9         |
| <b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                                    | <b>10</b> |
| 4.1. DESCRIÇÃO SUCINTA DO MÉTODO .....                                                   | 10        |
| 4.2. FUNDAÇÃO .....                                                                      | 11        |
| <b>4.2.1. ESTACA TIPO HÉLICE CONTINUA .....</b>                                          | <b>12</b> |
| <b>4.2.2. RADIER.....</b>                                                                | <b>13</b> |
| 4.3. CONCRETO ARMADO .....                                                               | 14        |
| 4.4. AÇO 14                                                                              |           |
| 4.5. FORMA METÁLICA.....                                                                 | 16        |
| 4.6. PROCEDIMENTOS NORMATIVOS: NBR 16055/2012 .....                                      | 17        |
| 4.7. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM CONTEXTO GERAL .....                                | 18        |
| <b>4.7.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO CONCRETO .....</b>                                | <b>18</b> |
| 4.8. QUALIDADE .....                                                                     | 22        |
| <b>4.8.1. ISO 9000 – ISO 9001.....</b>                                                   | <b>22</b> |
| <b>4.8.2. PBQP-H .....</b>                                                               | <b>23</b> |
| <b>5. METODOLOGIA.....</b>                                                               | <b>24</b> |
| 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....                                                    | 24        |
| 5.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO .....                                                         | 24        |
| <b>6. ESTUDO DE CASO .....</b>                                                           | <b>25</b> |
| 6.1. APRESENTAÇÃO DA OBRA EM ESTUDO .....                                                | 25        |
| 6.2. FALHAS DE EXECUÇÃO E CONFERÊNCIA NO MÉTODO AO LONGO DA OBRA<br>EM ESTUDO.....       | 25        |
| <b>6.2.1. PONTOS DE VASO SANITÁRIO DESLOCADOS .....</b>                                  | <b>26</b> |
| <b>6.2.2. SAÍDA DO DUTO DO AR-CONDICIONADO DENTRO DOS PAINÉIS DE<br/>MEDIDORES .....</b> | <b>29</b> |
| <b>6.2.3. FORMA DESLOCADA – PAREDES FORA DE ESQUADRO .....</b>                           | <b>31</b> |



|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2.4. HIDRÁULICA E ELÉTRICA NÃO FIXADOS ANTES DA CONCRETAGEM                        | 33 |
| 6.2.5. SEGREGAÇÃO .....                                                              | 35 |
| 6.2.6. PONTOS DO AR-CONDICIONADO FORA DE ALINHAMENTO .....                           | 37 |
| 6.2.7. TESTE DE PASSAGEM DOS ELETRODUTOS .....                                       | 39 |
| 6.2.8. FISSURAÇÃO DO CONCRETO .....                                                  | 41 |
| 6.2.9. DESPLACAMENTO DAS CERÂMICAS .....                                             | 42 |
| 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....                                                      | 44 |
| 7.1. RESULTADOS .....                                                                | 44 |
| 7.1.1. ANÁLISE 1 - PONTOS DE VASO SANITÁRIO DESLOCADOS.....                          | 47 |
| 7.1.2. ANÁLISE 2 - SAÍDA DO AR-CONDICIONADO DENTRO DOS PAINÉIS DE<br>MEDIDORES ..... | 48 |
| 7.1.3. ANÁLISE 3 - FORMA DESLOCADA: PAREDES FORA DE ESQUADRO ...                     | 50 |
| 7.1.4. ANÁLISE 4 - HIDRÁULICA E ELÉTRICA NÃO FIXADOS ANTES DA<br>CONCRETAGEM.....    | 51 |
| 7.1.5. ANÁLISE 5 – SEGREGAÇÃO .....                                                  | 52 |
| 7.1.6. ANÁLISE 6 - PONTOS DO AR-CONDICIONADO FORA DE<br>ALINHAMENTO .....            | 53 |
| 7.1.7. ANÁLISE 7 - TESTE DE PASSAGEM DOS ELETRODUTOS.....                            | 54 |
| 7.1.8. ANÁLISE 8 - FISSURAÇÃO DO CONCRETO .....                                      | 56 |
| 7.1.9. ANÁLISE 9 - DESPLACAMENTO DAS CERÂMICAS .....                                 | 57 |
| 8. CONCLUSÕES.....                                                                   | 58 |

## **1. INTRODUÇÃO**

O uso do método construtivo parede de concreto no Brasil teve início em meados da década de 70, porém sem muita aceitação no mercado. Somente nos anos 2000 com a preocupação de diminuir o alto déficit brasileiro de moradias que se dava em um crescimento exponencial, começou então a ser empregado tal sistema, visando uma maior agilidade no processo de criação de inúmeras moradias com incentivo do governo brasileiro. (SANTOS, 2013).

O método construtivo de paredes de concreto armado com fôrmas reutilizáveis é um método de construção que oferece uma maior produtividade e economia, mas sem perder a qualidade quando o assunto é execução em curto prazo, o que acaba por se tornar a opção mais viável para moradias do tipo Casa Verde e Amarela. Além da alta eficácia do processo, a parede de concreto tem uma menor geração de resíduos o que acarreta uma obra mais limpa e organizada e assim não sendo prejudicial ao meio ambiente já que a quantidade de entulho comparado por exemplo a alvenaria é muito menor. A Coletânea de ativos Associação brasileira de cimento portland (2008, p. 175) destaca que:

O sistema é recomendável para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais. Obras que exigem das construtoras prazos de entrega exíguos, economia e otimização da mão de obra. Com a alta velocidade de produção vem os erros devido à falta de atenção, e falta de conferência dos serviços e materiais, o que acaba gerando problemas que em muitos casos quebram o prazo e o custo do empreendimento.

## **2. PROBLEMA DE PESQUISA**

Quais os problemas observados em uma obra na cidade de Porto Alegre que utiliza o método construtivo parede de concreto moldadas in loco e quais os custos associados para solução desses problemas?

Para responder essa pergunta o presente trabalho tem como premissa a análise dos problemas e manifestações patológicas que surgiram durante a fase de execução da obra em estudo, a fim de evidenciar os custos gerados pela falta de conferência, patologias ou falhas no processo de execução, proporcionando uma melhor orientação sobre os problemas que surgem durante e pós concretagem, prevenindo futuros contratemplos e mantendo a qualidade e a velocidade do processo da melhor maneira possível.

### **3. OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos do presente trabalho são apresentados a seguir.

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de caso de uma obra de três torres residenciais na cidade de Porto Alegre mostrando os problemas, manifestações patológicas e falhas de execução e conferência que geraram custos não previstos para o empreendimento.

##### **3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Contextualizar o tema para um melhor entendimento sobre o uso de paredes moldadas in loco e pontuar as peculiaridades que tornam esse método diferente dos demais;
- Por em evidência as falhas de execução e conferência a fim de analisar os custos gerados;
- Analisar o processo construtivo e as patologias que as cercam;
- Elaborar fluxograma dos processos de reparo das falhas do processo construtivo;
- Estimar os custos adicionais causados pelas falhas no processo construtivo da parede de concreto armado.

#### **3.2. JUSTIFICATIVA**

De acordo com Missureli e Massuda (2009), o desperdício de mão de obra com retrabalhos e atividades não produtivas, bem como de materiais, pedaços de madeira, pregos e resíduos diversos são substituídos pela execução planejada, padronizada e com grande qualidade final. Em meio a viabilidade que o método parede de concreto gera para o canteiro de obras também podemos ter os problemas se a execução não for bem acompanhada desde seu início.

Ao analisar o processo como um todo, como em qualquer outro método, existem diversos possíveis problemas que podem vir a transformar um método que traz agilidade e economia em uma grande bola de neve de gastos e perda de prazos, entender tais problemas é

a diferença entre entregar uma obra com qualidade, custo e prazo e entregar sem os três citados. Na obra usada como modelo para esse estudo houve diversos contratemplos durante a fase de pós-forma que aumentaram significativamente os gastos e consequentemente a perda de datas de entrega.

O método construtivo abordado é de fato de grande avanço na engenharia, trazendo cada vez mais os moldes de uma fábrica para dentro da construção civil, porém não pode ser apenas conhecido pelas suas vantagens, mas também deve ser levado em conta suas possíveis falhas onde um sistema mal executado pode acarretar diversas patologias. Buscar conhecer e tratar na raiz do problema é a solução mais eficaz para que não ocorra novamente os mesmos erros, não basta só executar o método, mas é necessária uma compreensão de todos os fatores que o cercam.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para uma melhor compreensão do assunto abordado no presente estudo, se faz necessário o conhecimento de determinados tópicos sobre o método analisado, como, a descrição do método, o que diz a NBR sobre paredes de concreto, quais as discussões de outros autores acerca do sistema construtivo e suas manifestações patológicas, entre outras tratativas importantes acerca do assunto de paredes de concreto.

### **4.1. DESCRIÇÃO SUCINTA DO MÉTODO**

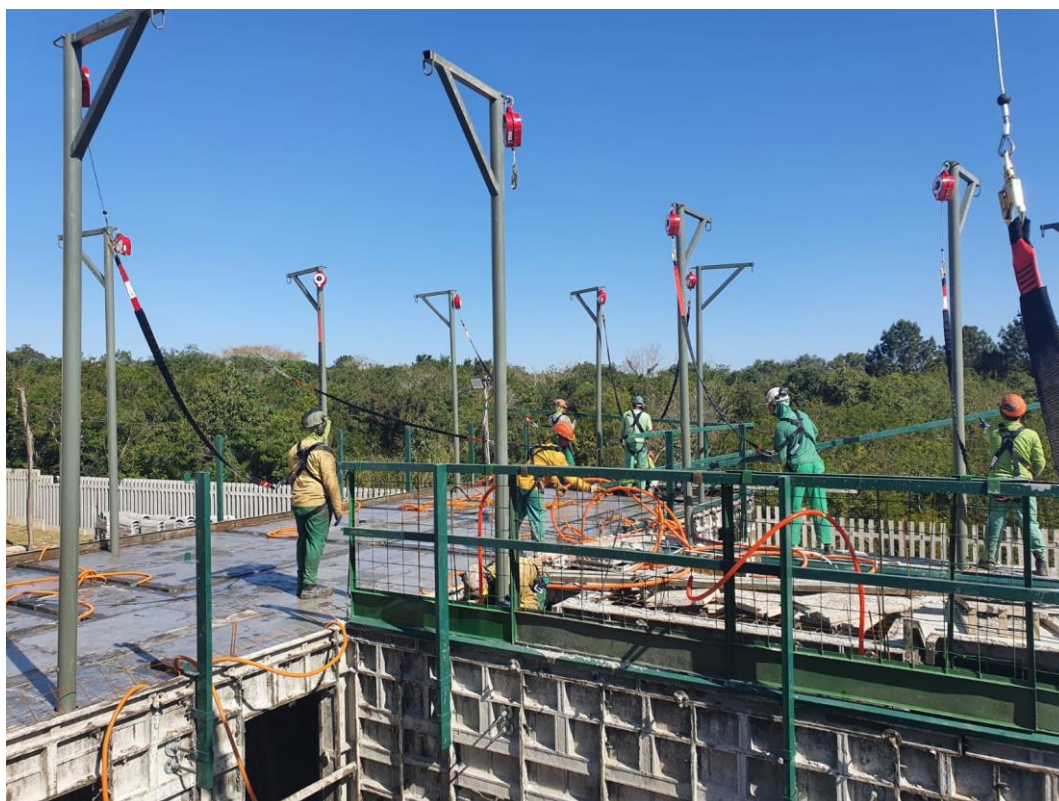
O sistema construtivo é composto por paredes de concreto armado estruturais moldadas no local com forma metálica, as paredes possuem espessura de 10 cm, armadas com telas de aço posicionadas nas paredes, já com os kits elétricos e gabaritos para os pontos hidráulicos.

O método apresenta diversas vantagens que o fazem ser superior a outros para obras de alta repetibilidade ou que exigem uma rápida execução de diversas unidades para entrega em um pequeno prazo. Dentre as vantagens destaca-se a alta redução de entulhos e materiais descartados durante a execução, trazendo uma obra mais limpa e sustentável que não agride o meio ambiente, e juntamente com a redução de resíduos o método traz uma redução na mão de obra que precisa ser especializada para o trabalho nas formas (Figura 1).

As formas metálicas possuem ainda a vantagem da quantidade de usos para concretagem, podendo variar de 500 a 2000 vezes, porém tem a desvantagem do seu elevado

preço de aquisição, desvantagem essa que deve ser altamente levada em conta na hora de escolher o método. Conforme a ABCP et al. (2008, p.147), são recomendados para a utilização no sistema de paredes de concreto quatro tipos de concreto, podendo ser executadas com concretos, com elevado teor de ar incorporado, utilizando agregados leves ou com baixa massa específica, celulares, convencional e autoadensável.

Figura 1 – Método em execução.



Fonte: Acervo da empresa, 2021.

Os kits elétricos e hidráulicos são montados em uma central e entregues prontos na obra, reduzindo ainda mais o tempo com montagem de instalações e não necessitando de mão de obra especializada para a montagem na forma, o que reduz ainda mais o tempo de execução de cada andar.

#### 4.2. FUNDAÇÃO

Conforme a ABNT NBR 6122 (2010), fundações diretas ou rasas são caracterizadas como blocos, alicerces, sapatas e radiers com uma profundidade de no máximo 3 m. Nesse tipo de fundação, a carga é transmitida diretamente ao solo.

Segundo a ABCP (2007), o local e solo onde virá a ser o empreendimento definem o tipo de fundação a ser utilizada, considerando os aspectos de segurança, estabilidade e durabilidade. Para que ocorra uma boa execução do projeto deve sempre ter uma grande preocupação na hora da execução, pois o nivelamento da fundação é muito importante.

A fundação da obra em estudo foi executada com estacas tipo hélice continua com concreto moldado in loco, seguindo com o radier de concreto armado.

#### **4.2.1. ESTACA TIPO HÉLICE CONTINUA**

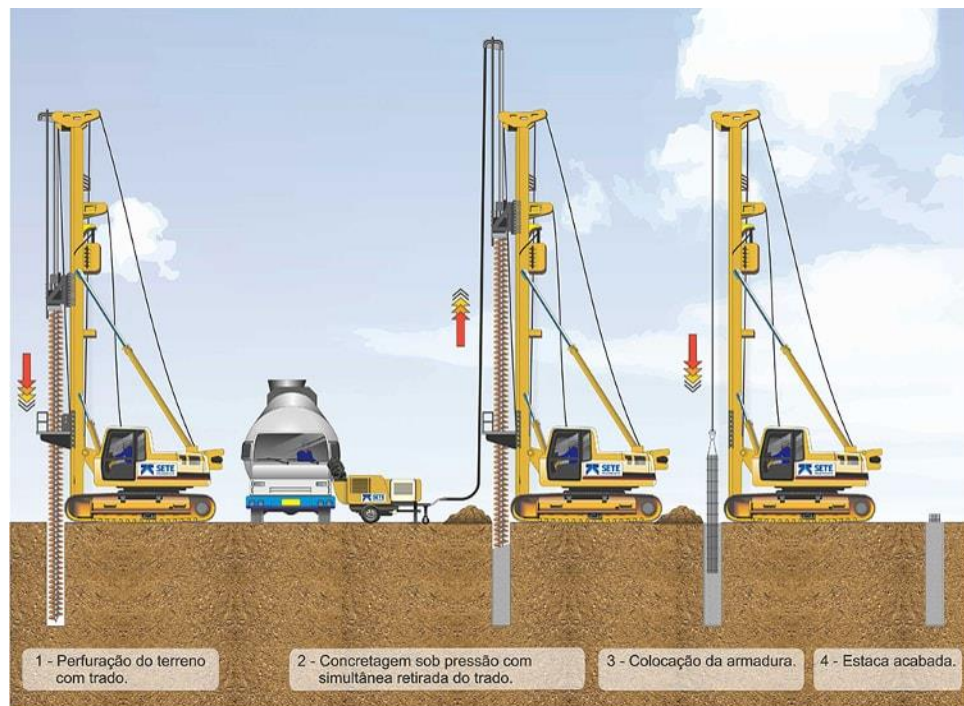
Para Alonso (1991), as estacas são elementos estruturais esbeltos que, colocados no solo por cravação ou perfuração, têm a finalidade de transmitir cargas ao mesmo, seja pela resistência sob sua extremidade inferior (resistência de ponta), seja pela resistência ao longo do fuste (atrito lateral) ou pela combinação dos dois. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado in loco ou pela combinação dos anteriores.

Albuquerque (2001, p. 10) caracteriza as estacas tipo hélice continua como um tipo de estaca moldada in loco, caracterizada pela escavação do solo através de um trado contínuo, possuidor de hélices em torno de um tubo central vazado (Figura 2). Para evitar que durante a introdução do trado haja entrada de solo ou água na haste tubular, existe, na sua face inferior, uma tampa metálica, que é pela pressão do concreto deslocada ao início da concretagem. Após a sua introdução no solo, até a cota especificada, o trado extraído concomitantemente a injeção do concreto através do tubo vazado, à medida que o tubo vai sendo retirado, o solo confinado entre as pás da hélice é removido.

Segundo Pereira (2017):

Por ser uma estaca escavada, não causa vibrações nos terrenos adjacentes evitando problemas que possam incomodar a vizinhança. Este tipo de estaca apresenta ainda grande velocidade de execução e uma menor geração de ruídos e sujeiras no canteiro de obras.

Figura 2 – Etapas de execução da hélice contínua.



Fonte: Fundações Sete, 2017.

#### 4.2.2. RADIER

Segundo Guimarães (2018) a fundação do tipo radier é similar a uma laje, onde toda a carga da edificação é transmitida ao solo, pois esse abrange toda a área de construção e tem contato direto com o terreno. O radier pode ser executado em quatro tipos quando a área total de fundação ultrapassar metade da área construída:

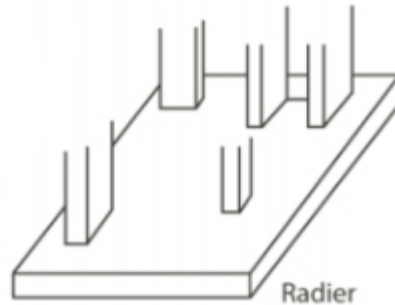
1. radier liso;
2. radier com pedestais ou cogumelos;
3. radiers nervurados;
4. radier em caixaão.

De acordo com Guimarães (2018) os seguintes pontos devem ser observados na execução do radier:

1. Executar um escoramento adequado durante a escavação das valas.
2. Apiloamento (regularização e compactação da vala).
3. Executar o lastro, para melhor distribuir as cargas.
4. Determinar um sistema de drenagem quando necessário.
5. Construção da cinta de amarração.
6. Impermeabilização da fundação

O fato de o radier ser uma peça inteira, lhe traz uma alta rigidez o que muitas vezes evita grandes recalques diferenciais. (BRITO,1987).

Figura 3 - Configuração de uma fundação do tipo Radier.



Fonte: Túlio (2012)

#### 4.3. CONCRETO ARMADO

Conforme os conceitos de Neto (2017), o concreto armado é uma combinação de concreto e aço, essa mistura possui uma boa aderência garantindo a transmissão dos esforços de uma forma eficaz e segura, tendo como objetivo unir as resistências desses dois materiais para garantir uma melhor qualidade no produto.

Segundo Bastos (2019) na execução de uma peça estrutural em concreto armado, as telas de aço são previamente posicionadas no interior da forma, seguido pelo lançamento do concreto que é ao mesmo tempo adensado envolvendo as armaduras e preenchendo a forma metálica. Após a cura do concreto, a forma é retirada originando o elemento de concreto armado.

#### 4.4. AÇO

Os vergalhões de aço utilizados nas estruturas de concreto armado são estabelecidos no Brasil pela NBR 7480. Segundo Moraes (2005), os aços utilizados para estruturas de concreto armado são constituídos com teor de carbono entre 0,4 e 0,6%, podendo ter adição de outros materiais dependendo do tipo de aplicação, gerando características específicas, os materiais mais utilizados na mistura são o manganês, níquel, enxofre e silício.



O aço é um material metálico produzido em usinas siderúrgicas, constituído de ferro com adição de até 2 % de carbono, entre as várias utilizações do aço, uma delas é a montagem das telas para armação da parede que vai entre as formas à espera da concretagem (Figura 4).

Figura 4 - Preparação dos kits elétricos na tela de aço.



Fonte: Acervo da empresa, 2021.

As barras mais utilizadas na construção civil são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50 e os fios na categoria CA-60. As letras CA indicam Concreto Armado e o número na sequência indica o valor da resistência do aço ( $f_{yk}$ ), em  $\text{kgf/mm}^2$  ou  $\text{kN/cm}^2$ . A Tabela 1 apresenta características geométricas e nominais dos fios e barras.

Tabela 1 – Características geométricas e nominais dos fios e barras.

| Diâmetro (mm) |        | Massa<br>(kg/m) | Área<br>(mm <sup>2</sup> ) | Perímetro<br>(mm) |
|---------------|--------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| Fios          | Barras |                 |                            |                   |
| 2,4           | -      | 0,036           | 4,5                        | 7,5               |
| 3,4           | -      | 0,071           | 9,1                        | 10,7              |
| 3,8           | -      | 0,089           | 11,3                       | 11,9              |
| 4,2           | -      | 0,109           | 13,9                       | 13,2              |
| 4,6           | -      | 0,130           | 16,6                       | 14,5              |
| 5             | 5      | 0,154           | 19,6                       | 17,5              |
| 5,5           | -      | 0,187           | 23,8                       | 17,3              |
| 6             | -      | 0,222           | 28,3                       | 18,8              |
| -             | 6,3    | 0,245           | 31,2                       | 19,8              |
| 6,4           | -      | 0,253           | 32,2                       | 20,1              |
| 7             | -      | 0,302           | 38,5                       | 22,0              |
| 8             | 8      | 0,395           | 50,3                       | 25,1              |
| 9,5           | -      | 0,558           | 70,9                       | 29,8              |
| 10            | 10     | 0,617           | 78,5                       | 31,4              |
| -             | 12,5   | 0,963           | 122,7                      | 39,3              |
| -             | 16     | 1,578           | 201,1                      | 50,3              |
| -             | 20     | 2,466           | 314,2                      | 62,8              |
| -             | 22     | 2,984           | 380,1                      | 69,1              |
| -             | 25     | 3,853           | 490,9                      | 78,5              |
| -             | 32     | 6,313           | 804,2                      | 100,5             |
| -             | 40     | 9,865           | 1256,6                     | 125,7             |

Fonte: NBR 7480, adaptado pelo autor.

#### 4.5. FORMA METÁLICA

Nas formas metálicas são utilizados chapas e quadros de metal (Figura 5) que dão a sustentação necessária para a peça de concreto armado e também o acabamento depois de concretado. As formas do tipo metálicas atualmente são as mais procuradas para a execução de paredes de concreto moldadas in loco.

Um dos pontos positivos da forma metálica é a sua elevada vida útil podendo segundo Corsini (2012), ter seu ciclo de utilização entre quinhentas e duas mil vezes, exigindo menos manutenções, e assim possibilitando ciclos menores de concretagem.

No entanto sua maior desvantagem é o elevado preço de aquisição ou aluguel, apresentando menor flexibilidade, por isso é um sistema que necessita ser bem pensado e analisado na fase de projeto. (NAKAMURA, 2007).

As paredes de concreto feitas com as formas possuem um ótimo resultado após a desforma, tendo um ótimo acabamento não é necessário reboco, podendo aplicar diretamente a massa niveladora, e a pintura ou textura pode ser feita diretamente na parede.

Figura 5 – Travamento e conferência da forma.



Fonte: Acervo da empresa, 2021.

#### 4.6. PROCEDIMENTOS NORMATIVOS: NBR 16055/2012

Por ser um método construtivo utilizado a não muito tempo no Brasil, não havia uma norma que regulamentasse o processo completo, somente em 2012 foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas a NBR 16055 (Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos), sendo assim a primeira norma voltada exclusivamente a paredes de concreto.

Segundo a ABNT (2012), na NBR 16055 foi padronizado os critérios de projeto e execução em todo o território brasileiro, definindo o sistema de parede de concreto como “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

Segundo a NBR 16055, “a espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm.”

A ABNT NBR 16055 (2012) determina o processo construtivo todo para que a execução e o resultado sejam os melhores possíveis, a norma também determina situações que devem ser evitadas, como por exemplo, o concreto não deve ser lançado após o início de pega ou contaminado com resíduos de outros materiais.

#### 4.7. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM CONTEXTO GERAL

Cánovas (1988), definiu patologia como a parte da engenharia que estuda os processos, mecanismos, os sintomas, as causas e as origens dos defeitos das obras. Independentemente do método utilizado para a construção, existem diversos problemas que podem vir a acontecer, por uma má execução, mão de obra imprópria ou despreparada ou materiais de má qualidade, e para essas manifestações patológicas existentes várias formas de precauções e tratamentos.

Alguns problemas podem ser vistos e diagnosticados a olho nú, já se tendo uma ideia de como o reparo deve se suceder, porém algumas manifestações não são tão aparentes, sendo necessário uma investigação mais a fundo, consultando projetos, materiais utilizados e processo de execução.

Segundo Souza e Ripper (1998), as manifestações patológicas podem se suceder de formas extrínsecas ou intrínsecas, ou seja, a análise pode ocorrer internamente ou externamente, dependendo do caso da manifestação.

Noronha (1986) afirma que, as patologias se surgem devido a projetos inadequados ou impraticáveis, falhas na execução, cargas excessivas, choques, mão de obra de baixa qualidade ou despreparada. O acompanhamento do processo executivo é de alta importância para evitar futuras manifestações patológicas e gastos além do planejado com a obra.

##### 4.7.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO CONCRETO

São inúmeras as formas que degradam o concreto (Figura 6), dentre elas as principais que afetam as construções brasileiras são de natureza:

###### 1. Mecânica:

Flexão: Conforme a empresa Guide Engenharia (2017), a principal patologia gerada pela flexão, são fissuras geralmente aparentes no meio da viga e vão aumentando conforme chegam mais perto dos apoios. Essas trincas podem ocorrer devido à vários fatores, dentre eles: mal dimensionamento da viga, sobrecarga que não foi prevista em projeto, carregamento precoce da estrutura ou por erros estruturais.

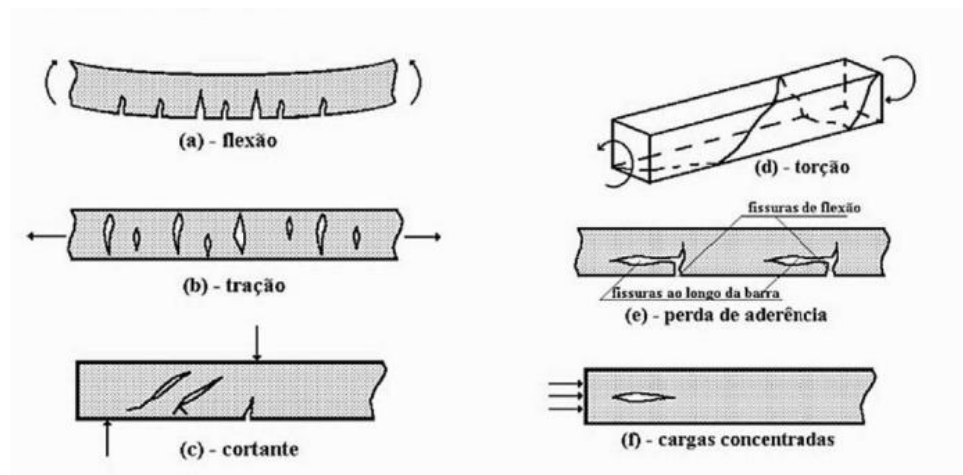
Tração: O mecanismo de tração de uma viga de concreto gera fissuras em sua área mais tracionada com fissuras na vertical.

**Esmagamento:** Quando as vigas são superdimensionadas ou produzidas com concreto de baixa resistência, há a formação de trincas na zona de compressão, caracterizando o esmagamento do concreto.

**Cisalhamento:** De acordo com Marcelli (2007), esse tipo de fissura ocorre normalmente nos pontos de cortante máximo, e é característico de seção insuficiente, excesso de carga, falta de armadura ou armadura disposta de forma incorreta.

**Torção:** As fissuras por torção se caracterizam por surgirem na diagonal em um ângulo de 45°.

Figura 6 – Tipos de fissuras em função da sollicitação.



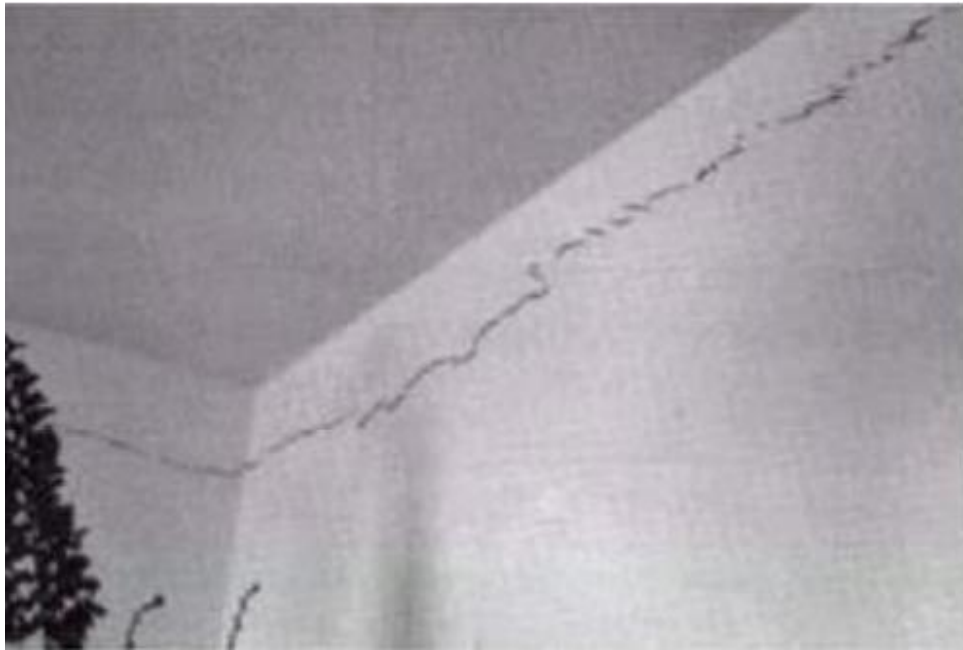
Fonte: Souza; Ripper (1998).

## 2. Física:

**Variações de temperatura:** devido a altas variações de temperatura o concreto e seus componentes podem sofrer choques térmicos, o que acarreta microfissuras que permitem a penetração de agentes agressivos (Figura 7).



Figura 7 – Fissura em uma laje ocasionada por dilatação térmica.



Fonte: Thomaz (1989).

### 3. Química:

Ataques de sulfatos e cloretos: Segundo Costa (2004), no concreto a formação da etringita (uma das reações responsáveis pela pega do cimento) resultante do ataque de sulfato pode levar à expansão, e, devido à baixa resistência à tração do concreto, pode fissurar a estrutura (Figura 8).

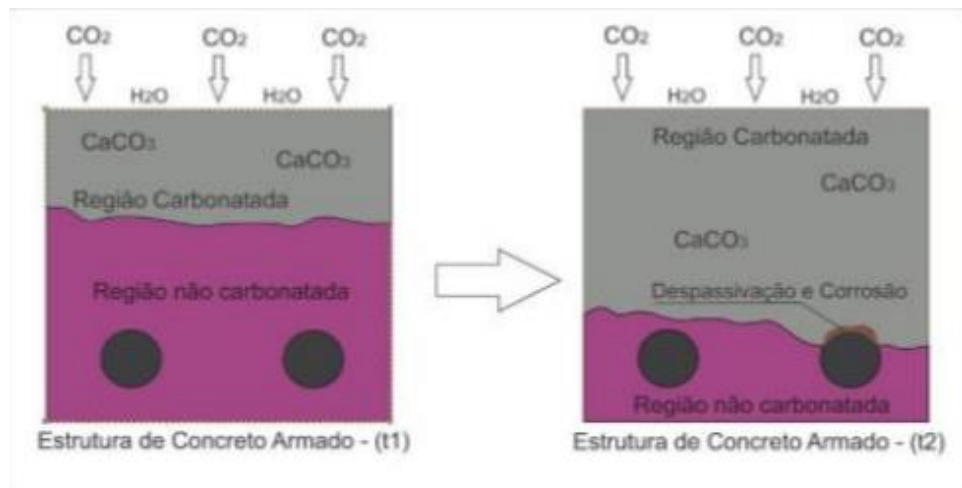
Figura 8 – Fissura por ataque de cloretos.



Fonte: Asope Engenharia (2012).

Carbonatação: A carbonatação causa a despassivação (camada formada e mantida devido ao elevado pH na solução dos poros do concreto) da armadura do concreto devido a diminuição do pH desencadeado pela exposição do concreto ao gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) em altas concentrações (Figura 9).

Figura 9 - Avanço da carbonatação no concreto.



Fonte: Tasca (2012).

Lixiviação: No caso da lixiviação do concreto, ocorre a dissolução e o arraste do hidróxido de cálcio [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] da massa endurecida, pela ação do fluxo contínuo da água através da estrutura do material. (REIS, 2001) .

Corrosão: Processo resultante da exposição da armadura ao meio, levando a degradação do material em questão (Figura 10).

Figura 10 – Concreto com corrosão avançada e armadura exposta.



Fonte: Marcelo Medeiros ([www.aecweb.com.br](http://www.aecweb.com.br)).

#### 4. Biológica:

Ação de microrganismos: Acabam por criar meios danosos ao concreto e sua armadura, como a proliferação de bactérias oxidantes.

### 4.8. QUALIDADE

Para a empresa em questão a imagem é muito importante, como seus clientes veem e divulgam a marca, sendo um dos cinco valores da construtora. E para não sujar essa imagem a empresa segue à risca com seus deveres e responsabilidades e para concretizar esse fato possui diversos selos de qualidade que atendem a uma série de quesitos o que reforça ainda mais a concreticidade do seu produto.

#### 4.8.1. ISO 9000 – ISO 9001

Em 1987 se deu início através da International Organization for Standardization (ISO) uma série de normas de padronização que acabaram por se difundir globalmente. Segundo HUSSAIN, T, et al (2020),



ISO 9000 is a Quality Management System (QMS) for organisations to improve and document their system for better quality and efficiency that might be essential to claim for a certification of process quality from an internationally respected certification body.

A ISO 9000 proporciona a todas as empresas o acesso a um conjunto de normas e diretrizes que as guiarão para promover a melhoria contínua de seus processos externos e internos, a fim de obter uma gestão da qualidade de acordo com os melhores padrões internacionais. A ISO 9001 é a norma de certificação da série 9000 e considerada a mais específica de todas, ela estabelece as diretrizes que determinarão como os projetos devem ser executados. A ISO 9001 contém todos os critérios que uma organização deve atender para obter um certificado de qualidade.

Através das normas da ISO 9000 os processos internos de uma empresa se tornam muito mais produtivos devido a padronização de seus métodos. Na empresa em questão é seguido para cada uma de suas atividades durante a fase de execução da obra o Procedimento de Execução de Serviços (PES), onde cada instrução da atividade foi devidamente testada e aprovada como sendo a melhor forma de realizar o serviço a ser feito, tendo assim um padrão nacional.

#### **4.8.2. PBQP-H**

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) é a ferramenta do Governo Federal para implementar os compromissos do Brasil assumidos na conferência Habitat II/1996. Seu objetivo é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões: melhorar a qualidade do habitat e modernizar a produção.

Segundo o próprio site do PBQP-H o programa tem como principal objetivo o desenvolvimento da organização e seus colaboradores mantendo a qualidade e promovendo a integração internacional entre as empresas. Dentro do PBQP-H existem sistemas de avaliação e um deles é o SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil) por focar na otimização dos processos de execução de obras, seus requisitos, além de exigirem o aperfeiçoamento da rotina administrativa, abrangem também questões específicas da construção civil, como o cumprimento da Norma de Desempenho - ABNT NBR 15575, que traz uma série de exigências para cada elemento da construção.

Com o SiAC, as empresas, que antes só contavam com a certificação ISO 9001, se viram diante de uma oportunidade de melhorar seus processos como um todo, aumentar seu desempenho e oferecer unidades habitacionais da mais alta qualidade à população

## 5. METODOLOGIA

Neste capítulo será descrito o estudo realizado dos problemas e seus custos durante a fase de obra de pós-forma e acabamento, utilizando o método construtivo parede de concreto. Para as análises serão utilizados fluxogramas descrevendo o cronograma das atividades e organizações para os reparos necessários de cada problema, também será utilizado de tabelas, planilhas e imagens para apresentação dos casos em estudo.

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa visou levantar os principais problemas da obra, utilizando o método construtivo em questão a fim de verificar os erros no processo da execução da atividade e seus custos. Se fez necessário o estudo das manifestações patológicas que surgiram ao longo da fase de execução, do Procedimento de Execução de Serviços (PES) da empresa onde toda atividade é descrita, desde materiais corretos a serem utilizados até as etapas da execução para se ter o melhor produto, e os valores gastos com materiais e mão de obra.

Quantificando esses problemas foi feita uma análise de custos de quanto a atividade deveria ter custado e quanto ela custou, e através de uma planilha de medição de produtividade utilizada pela empresa podemos ter noção do valor que está sendo praticado para o serviço em questão. Para a análise de custos foi utilizado gráficos comparando o valor gasto com o problema com o orçamento inicial de cada atividade, os gráficos nos mostram o quanto uma pequena falha pode prejudicar em um dos principais índices de uma obra, o custo.

Tendo em mãos as análises dos procedimentos e gráficos, podemos ter uma completa noção, do quanto um método ágil e viável pode se tornar totalmente o oposto se não bem planejado e executado.

### 5.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo delimita-se a exposição das falhas construtivas e custos gerados de uma obra, levando em consideração para o estudo três torres de doze pavimentos, construídas segundo o método parede de concreto, no Município de Porto Alegre.

## 6. ESTUDO DE CASO

### 6.1. APRESENTAÇÃO DA OBRA EM ESTUDO

A obra está situada na cidade de Porto Alegre, é uma obra do programa Casa Verde e Amarela em parceria com a Caixa Econômica Federal destinada ao público baixa/média renda. A obra possui 6 torres de 12 pavimentos cada (Figura 11) com o método construtivo parede de concreto moldadas in loco com formas metálicas. A obra teve seu início no ano de 2018 e tem a previsão de término para dezembro de 2022, possuindo uma área construída de 18.404,59m<sup>2</sup> o empreendimento possui 6.480,80m<sup>2</sup> de área preservada. Para o estudo utilizaremos os problemas ocorridos em três das seis torres da obra.

Figura 11 – Planta geral do empreendimento.



Fonte: Dados da empresa, 2022

### 6.2. FALHAS DE EXECUÇÃO E CONFERÊNCIA NO MÉTODO AO LONGO DA OBRA EM ESTUDO

Antes mesmo da execução de uma obra vem a parte de maior importância que é o planejamento de todos os detalhes, e nesses detalhes se escondem possíveis erros que quando

não vistos acabam por se tornar grandes problemas, gerando atrasos e custos não penejados. Na obra em questão alguns problemas surgiram ao longo da execução, dos mais simples de resolver aos que demandavam mais tempo e recursos.

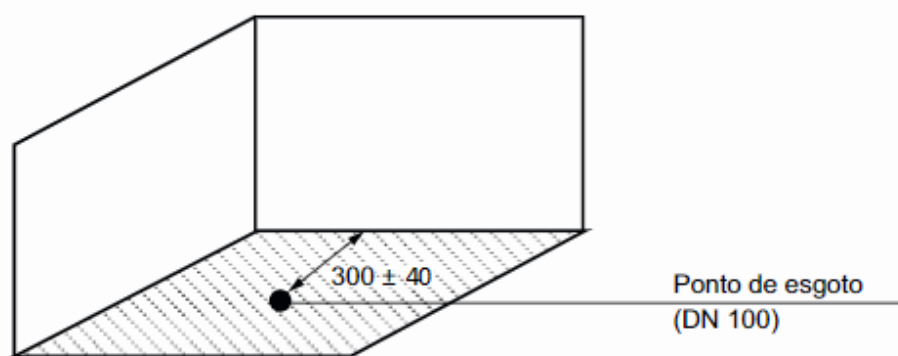
Nos próximos itens serão descritas falhas de execução dos seguintes sistemas da obra:

- Posicionamento dos pontos de vasos sanitários;
- Posicionamento da saída do ar-condicionado;
- Paredes fora do esquadro (problemas de conferência das formas);
- Fixação de instalações hidráulicas e elétricas;
- Segregação do concreto;
- Sondagem elétrica (teste de passagem dos eletrodutos);
- Fissuração do concreto;
- Desplacamento de cerâmicas.

#### 6.2.1. PONTOS DE VASO SANITÁRIO DESLOCADOS

Com o rápido processo de forma e desforma, o gabarito dos pontos hidráulicos dos vasos sanitários não foram bem conferidos, e conforme a forma subia e a concretagem estava sendo feita, acabou se concretizando um erro de posicionamento dos pontos de vaso sanitário. Ao longo da execução dos serviços, verificou-se o deslocamento de alguns vasos sanitários, que deveriam ter um afastamento de 30 cm partindo da parede, com uma margem de aceitação de 4 cm (Figura 12).

Figura 12 – Afastamento do ponto de vaso em mm.



Fonte: NBR 16727-2, 2019, adaptado pelo autor.

Com essa tratativa houve duas situações, a primeira era corrigir os que passaram dos 4 cm da aceitação, para isso, foi feito o levantamento de todos os apartamentos que deveriam ser feitos os ajustes (Tabela 2). A segunda com os que não passaram dos 4 cm de aceitação, era tentar reduzir na instalação do vaso sanitário utilizando um adaptador chamado de bolsa excêntrica, o que acabou funcionando e reduzindo centímetros que fizeram a diferença no final.

Tabela 2 – Quantitativo dos pontos de vaso fora da medida padrão.

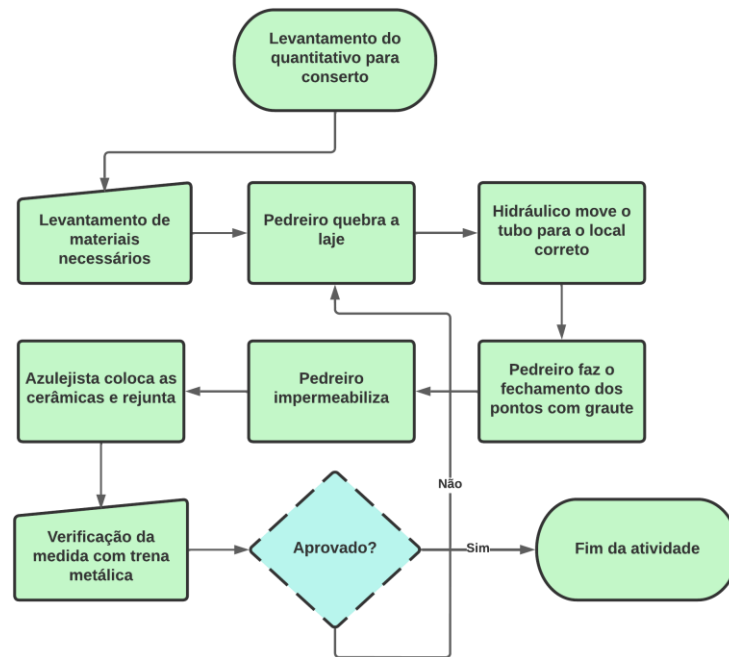
| QUANTITATIVO DE PONTOS DE VASOS PARA CONSERTAR |                               |
|------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                                |                               |
| LOCAL                                          | QUANTIDADE DE VASOS POR TORRE |
| TORRE 2                                        | 36                            |
| TORRE 3                                        | 37                            |
| TORRE 4                                        | 37                            |

Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

Com o levantamento feito, foram distribuídas a mão de obra para a execução do serviço, onde foi utilizado 1 pedreiro e 1 hidráulico em uma linha de fábrica (Figura 13), onde o pedreiro seguia na frente quebrando a laje em torno do ponto, o hidráulico entrava em seguida movendo o tubo para o lugar correto, e após o ajuste feito o pedreiro retornava montando a forma, e realizava o grauteamento.

Após o conserto pronto, era necessário recolocar as peças de piso retiradas e dar o acabamento nas peças com o rejunte, para essa atividade foi utilizado 1 azulejista. Pós atividade concluída era feita a conferência com trena metálica.

Figura 13 – Linha de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

Nas 3 torres já havia sido finalizado os serviços de piso, azulejo e rejunte. O número de cerâmicas retiradas variava de acordo com a localização do ponto de vaso, mas sempre era necessário fazer a troca, então o azulejo era recolocado juntamente com o acabamento do rejunte, o que acabou por gerar perdas e gastos na reaplicação do novo material (Figura 14).

Figura 14 – Acabamento ponto de vaso após a correção.



Fonte: Acervo da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

#### **6.2.2. SAÍDA DO DUTO DO AR-CONDICIONADO DENTRO DOS PAINÉIS DE MEDIDORES**

Um dos problemas que ocorreu durante a fase de entrega das unidades do térreo das 3 torres, foi o tubo de saída do ar-condicionado estar dentro dos painéis de medidores de energia, uma falha de projeto que se estendeu até o canteiro de obras. Durante a fase de entrega da torre foi constatado que a furação não estava no local correto, pois havia sido coberta pelo quadro de medidores.

O problema demandava uma rápida solução, pois já havia moradores nas unidades com a falha em questão, a tratativa foi refazer um novo furo utilizando um equipamento chamado de perfuratriz (figura 15), e mudar toda a tubulação de lado utilizando um tubo de 50mm para a mangueira e um de 32mm para o dreno, fazendo uma tubulação externa, cortando a calçada e ligando o dreno na caixa do pluvial.

Para o acabamento foi utilizado placa cimentícia, fazendo um *shaft* e regularizando na cor da fachada. Para a troca da elétrica do ar-condicionado de lugar foi necessário cortar a parede na horizontal e passar um eletroduto corrugado de 1/2", fazendo emendas na fiação e alocando uma tomada para a ligação do ar-condicionado.

A atividade exigiu uma solução rápida e eficaz que mantivesse a funcionalidade gerando o mínimo de danos possíveis (Figura 16), porém gerou gastos maiores do que se a atividade tivesse sido planejada com antecedência.

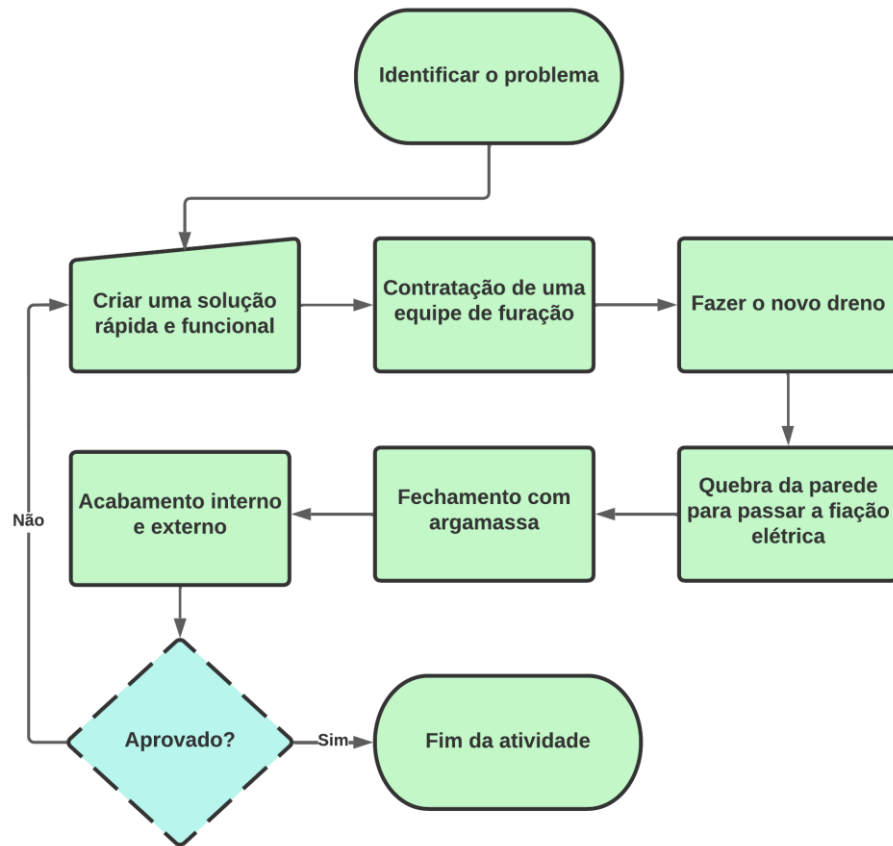
Figura 15 – Atividade com perfuratriz em execução e tubo de saída do ar-condicionado já no lugar correto.



Fonte: Acervo da empresa, 2022, adaptado pelo autor.



Figura 16 – Linha de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

### 6.2.3. FORMA DESLOCADA – PAREDES FORA DE ESQUADRO

Devido a falhas de conferência na hora de travar a forma e ajustar os esquadros, com o peso do concreto sendo lançado a uma altura aproximada de 3 metros, algumas formas acabaram abrindo, e as paredes saindo fora de esquadro (figura 17). Conforme se dava em execução o serviço de pós-forma (regularização de paredes e tetos), foi constatado o deslocamento das paredes.

Figura 17 – Parede fora de esquadro.



Fonte: Acervo da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

Para a execução do serviço de ajustar as paredes, foram utilizados quatro colaboradores, e montado um cronograma para a atividade em que cada prestador tinha suas unidades fixas, conforme o final da numeração do apartamento (Figura 18). Considerando o alto consumo de materiais essa atividade acabou se tornando extremamente cara e improdutiva, pois o colaborador levava mais tempo que o previsto para executar a atividade em questão.

Para a atividade ser o mais produtiva possível, cada colaborador deveria fazer uma unidade por dia o que na prática não ocorria, e cada unidade demorava dois dias para ser concluída. Após o término da regularização, antes de seguir para o acabamento das paredes era feito a conferência do serviço com régua de alumínio e esquadro, se estivesse pronto o colaborador seguia para a próxima unidade já definida (Figura 19).

Quando se deu início na atividade de correção na primeira torre identificada com o problema, as paredes já estavam com acabamento de pintura, logo foi necessário refazer o

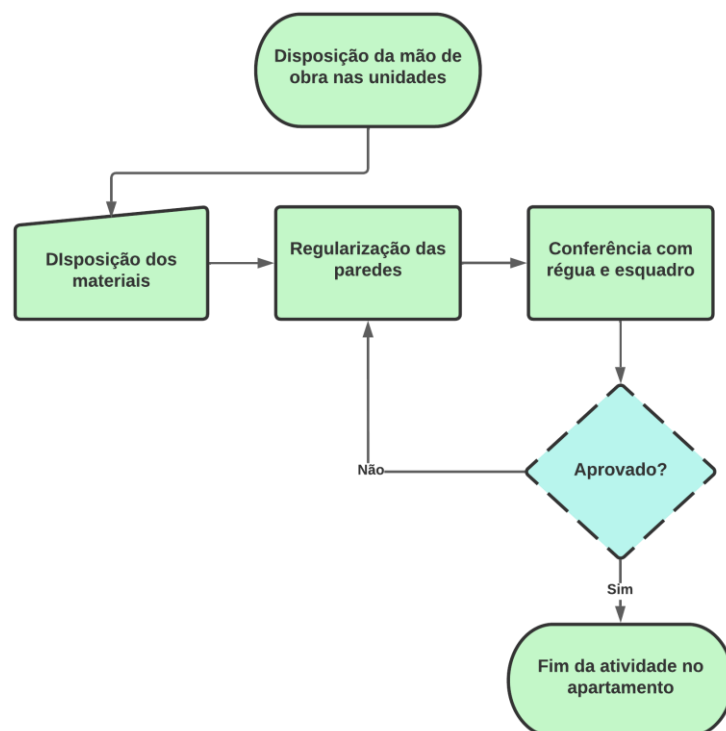
gesso corrido e a pintura após a regularização ser concluída, o que tornou o custo ainda mais elevado e gerou um atraso nos prazos de entrega.

Figura 18 – Cronograma da atividade de pós-forma considerando 3 andares e 4 pedreiros.

|                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1201<br>Pedreiro 1 | 1202<br>Pedreiro 2 | 1203<br>Pedreiro 3 | 1204<br>Pedreiro 4 | 1205<br>Pedreiro 1 | 1206<br>Pedreiro 2 | 1207<br>Pedreiro 3 | 1208<br>Pedreiro 4 |
| 1101<br>Pedreiro 1 | 1102<br>Pedreiro 2 | 1103<br>Pedreiro 3 | 1104<br>Pedreiro 4 | 1105<br>Pedreiro 1 | 1106<br>Pedreiro 2 | 1107<br>Pedreiro 3 | 1108<br>Pedreiro 4 |
| 1001<br>Pedreiro 1 | 1002<br>Pedreiro 2 | 1003<br>Pedreiro 3 | 1004<br>Pedreiro 4 | 1005<br>Pedreiro 1 | 1006<br>Pedreiro 2 | 1007<br>Pedreiro 3 | 1008<br>Pedreiro 4 |

Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

Figura 19 - Fluxograma da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

#### 6.2.4. HIDRÁULICA E ELÉTRICA NÃO FIXADOS ANTES DA CONCRETAGEM

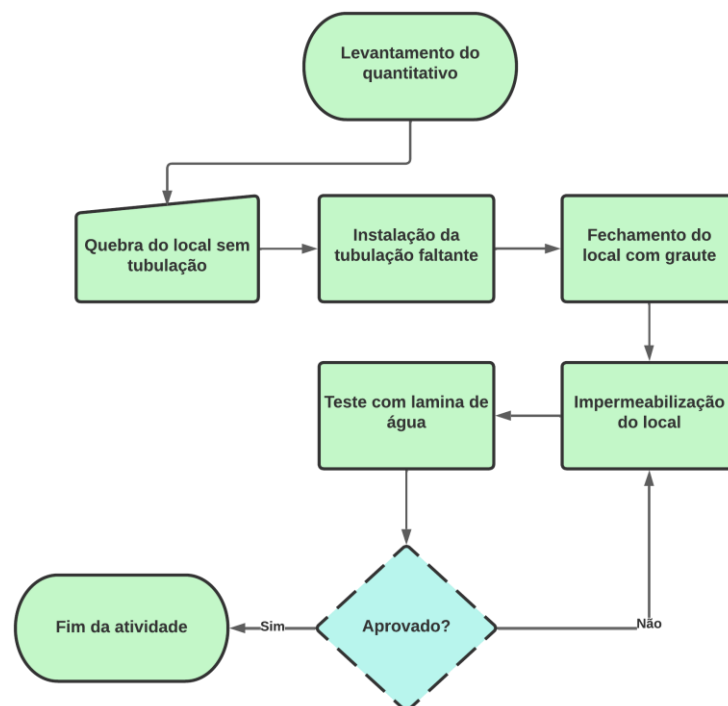
Com o sequenciamento dos serviços de revisão das instalações, que ocorriam dos andares superiores aos inferiores, quando chegou aos andares térreos das torres foi observada

a falta de tubulação hidráulica da laje referente a ligação da pia da cozinha, onde deveria passar um tubo de 20mm. Fazendo o levantamento de quantas unidades seriam necessárias correções, chegou-se em 11 apartamentos dos 24 do andar térreo.

Para a tratativa foi adotada uma linha de trabalho (Figura 20), onde primeiro o colaborador com a função de pedreiro quebrava e abria os espaços para os tubos com o auxílio de um martelo rompedor, depois o hidráulico passava a tubulação e a deixava pronta no local correto, seguindo com a linha, o pedreiro voltava e fechava a parte quebrada no local utilizando graute, dando seguimento com a impermeabilização conforme o procedimento da empresa.

Juntamente com a falta da hidráulica houve falta de eletrodutos e caixinhas elétricas (Figura 21), devido ao processo da construtora de se usar os kits elétricos o impacto não foi grande, sendo necessário passar somente a parte faltante. Com a sondagem elétrica em execução, já ia sendo feita tal correção com o time de eletricitistas designado e utilizando os cabos necessários para cada situação.

Figura 20 – Linha de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

Figura 21 – Tubos e eletrodutos não passados antes da concretagem.



Fonte: Acervo da empresa, 2021.

#### **6.2.5. SEGREGAÇÃO**

Os termos vazios de concretagem ou segregação, são utilizados quando ocorre a aglomeração do agregado graúdo que compõe o concreto. Segundo Luana Scheifer (2016), engenheira da Votorantim Cimentos, a patologia ou mais popularmente conhecida como “bicheira” pode ser causada por diversos fatores, como, a má vedação das fôrmas, problemas no lançamento do concreto, traço de concreto incorreto para armaduras densas e o mau adensamento do concreto no seu estado fresco.

Os problemas da segregação vão de problemas estéticos até o comprometimento da estrutura quanto a sua capacidade de suporte e durabilidade. Em casos mais críticos acaba por expor as armaduras, causando sua corrosão e em último estágio, o colapso da estrutura. Na obra em estudo teve-se o problema em questão em algumas paredes do corredor de uma das

torres (Figura 22), o que custou mais material e mão de obra para o conserto, que foi feito na fase de pós-forma.

Foi feita a identificação dos locais com a manifestação patológica e demarcados para a correção, após o reconhecimento, foi feito o recorte do local utilizando uma esmerilhadeira com disco para concreto, abrindo fendas para facilitar a retirada com o uso de um martelo rompedor, após a retirada foi feito uma forma de madeira com suas bordas vedadas com espuma expansiva devido à alta fluidez do graute, e para a conclusão do tratamento foi utilizado graute para preencher a forma.

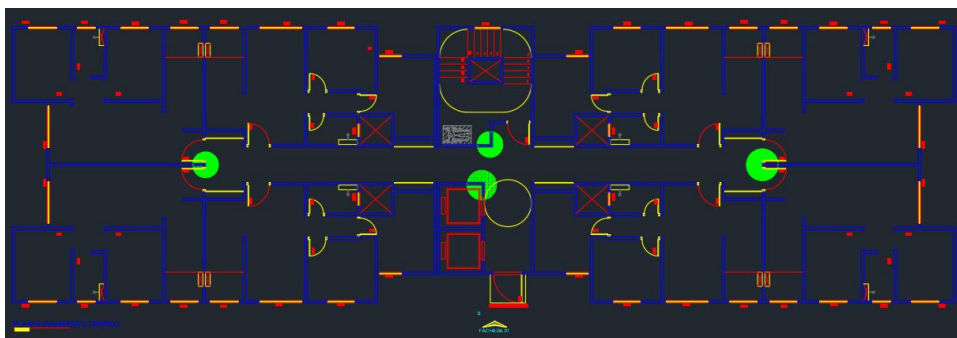
Figura 22 - Segregação em parede de concreto.



Fonte: Acervo da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

O problema gerou gastos para sua reparação. Como a segregação ocorreu em poucos lugares não foi utilizado muito material e como mão de obra foi utilizado apenas 1 pedreiro, totalizando os locais da patologia, foram ao todo 4 pontos somente em uma das torres (Figura 23).

Figura 23 – Planta baixa térreo com os pontos da patologia marcados em verde.



Fonte: Autor, 2021, adaptado pelo autor.

#### 6.2.6. PONTOS DO AR-CONDICIONADO FORA DE ALINHAMENTO

Um ponto que causou transtorno durante a obra, foram alguns pontos de ar-condicionado fora de alinhamento (Figura 24), um problema simples de tratar, porém trabalhoso. Na caixa do ar-condicionado passa a fiação que são duas fases e um terra de 2,5 mm<sup>2</sup> através de um eletroduto de ½", passa também a saída do dreno através de um tubo de 25mm<sup>2</sup> e o tubo da prumada de todos os ar-condicionados dos andares de cima e de baixo interligados.

Para o conserto foi necessário a mão de obra de um pedreiro, com o auxílio de um martelo rompedor para abrir a parede em torno do ponto do ar-condicionado, retirando a caixinha e alocando uma nova no lugar correto, depois foi necessário utilizar um hidráulico para retirar a tubulação quebrada e substituir por uma nova, fazendo a emenda da tubulação na nova caixinha. Após os tubos no lugar o eletricitista fazia a emenda da fiação juntamente com o eletroduto, finalizando assim o conserto.

Com as tubulações corrigidas e a caixinha no lugar correto, onde foi necessário quebrar a parede, foi preenchido com argamassa, para o acabamento da parede foi utilizado gesso e massa corrida precedendo a pintura como finalização, ao todo foram 35 unidades para realizar o ajuste, gastando o material citado e a mão de obra de um pedreiro, um hidráulico, um eletricitista e um pintor seguindo uma linha de atividade (Figura 25).

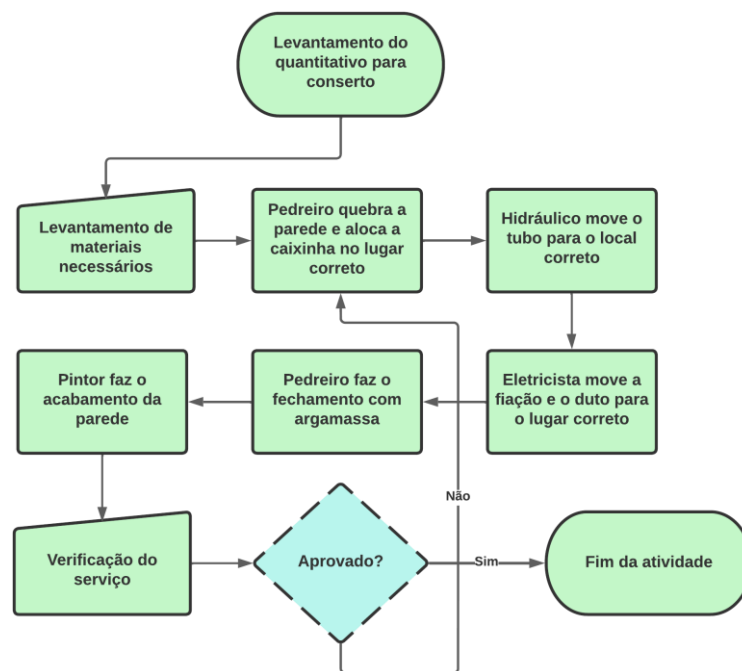


Figura 24 – Ponto de ar-condicionado desalinhado.



Fonte: Acervo da empresa, 2022.

Figura 25 – Linha de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.



### **6.2.7. TESTE DE PASSAGEM DOS ELETRODUTOS**

Uma das atividades que levou mais tempo que o esperado foi a de sondagem elétrica dos eletrodutos, tanto das unidades quanto dos corredores da torre, devido à alta taxa de problemas com o interrompimento dos eletrodutos. Foi necessário até três equipes exercendo essa atividade já quebrando onde era necessário, repassando os corrugados e deixando as esperas com fita de arquear.

Devido ao método construtivo onde toda parede é estrutural, as quebras eram cuidadosamente feitas, principalmente as maiores para não gerar danos ao sistema (Figura 26). Quando era necessário a quebra ser feitas em lajes, era visto em projeto o caminho que o corrugado fazia para quebrar somente onde era necessário, então a laje a ser realizado o conserto era escorada com escoras metálicas ajustáveis, em no mínimo em 4 pontos.

Para a execução da atividade era passado uma fita guia pelo eletroduto verificando onde estaria interrompido, após a verificação seguia-se então para a quebra, que era utilizado um martelo rompedor com o auxílio de uma marreta e talhadeira para encontrar e abrir espaço para o novo eletroduto, encontrado o local era feito o conserto trocando os eletrodutos quebrados e interrompidos por novos e deixando com a fita de arquear já passada.

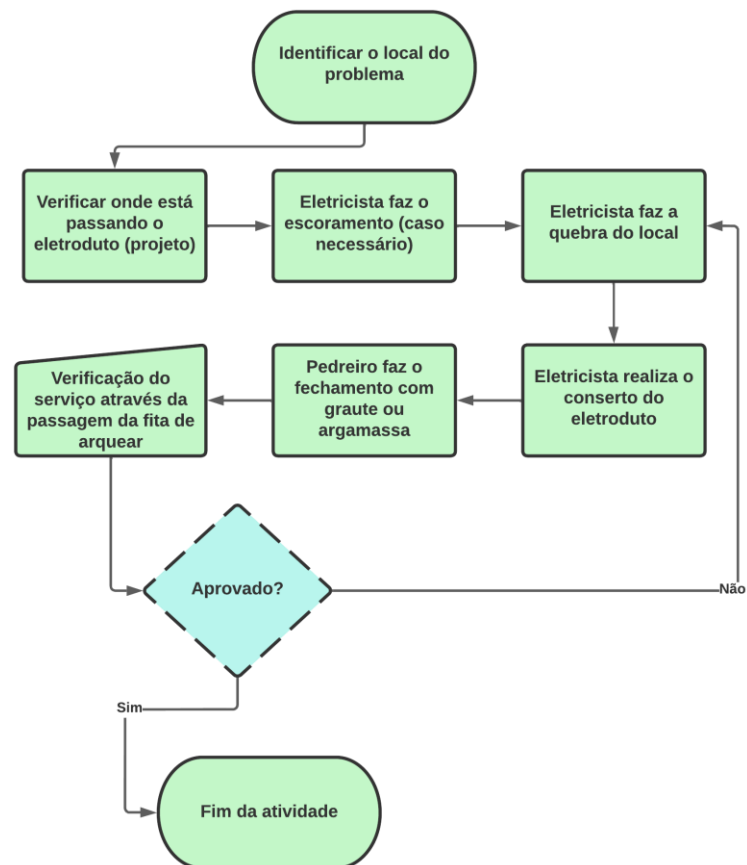
Com o conserto pronto era finalizado com o fechamento em graute utilizando uma forma, feita com placa de gesso e a mão de obra de um pedreiro (Figura 27), para o teste da tubulação a fita de arquear era amarrada a ponta da fita guia e puxada de uma ponta a outra, verificando a boa movimentação dentro do eletroduto.

Figura 26 – Quebra da laje para desobstrução de eletrodutos.



Fonte: Acervo da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

Figura 27 – Linha de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

### 6.2.8. FISSURAÇÃO DO CONCRETO

Um dos problemas enfrentados principalmente na fase do acabamento por ser mais perceptível devido a pintura, foram as fissuras, sendo mais frequentes nos cantos das esquadrias. Devido ao método estrutural as formas não possuem vergas e contravergas, elementos estruturais responsáveis por suportar as movimentações das esquadrias, acabou por acarretar na fissuração do concreto, gerando gastos a mais devido a uma falha no método.

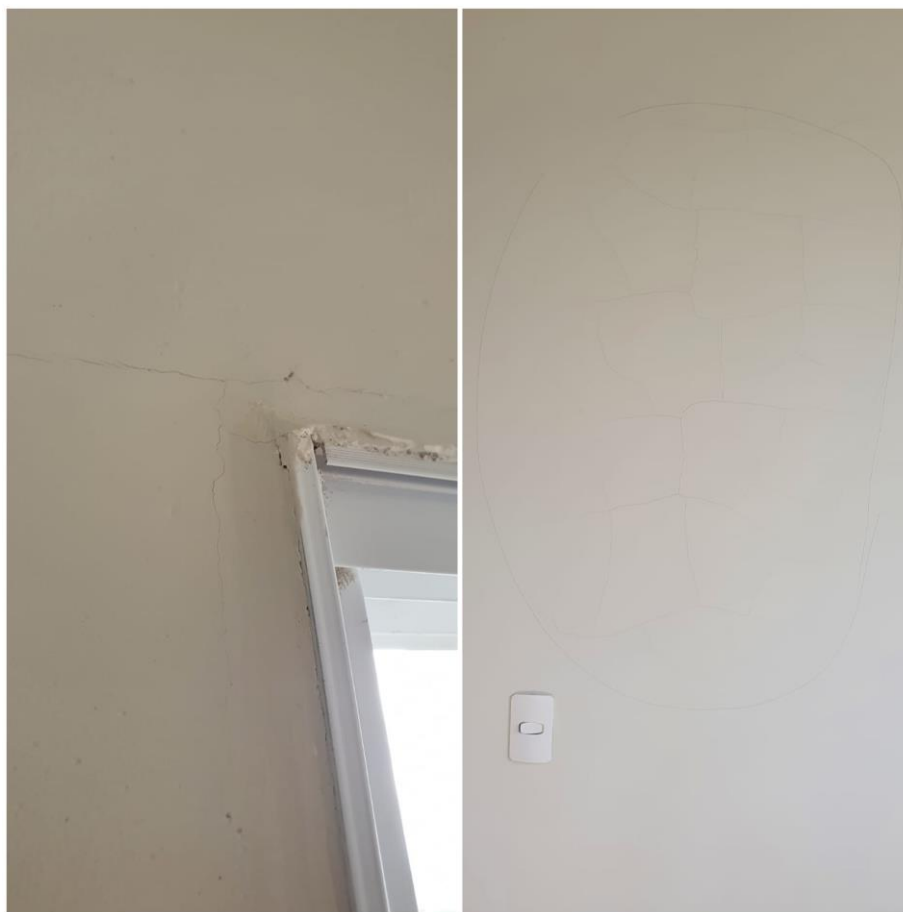
Segundo Weimer (2018),

devido à baixa resistência à tração do concreto o material apresentará fissuras mesmo em situações em que não existem falhas estruturais, apresentando assim fissuras ou trincas nas áreas mais tracionadas do elemento, e a patologia em questão não causará nenhum dano estrutural ao sistema, mas causará incomodo estético pois pode ser percebida a olho nu.

Para o tratamento das fissuras utilizou-se selante acrílico, o produto calafeta a fissura podendo ser lixado e aceitando acabamentos de pintura e acaba sendo recomendado para a correção desta pequena manifestação patológica. Esse problema persistiu até o fim da obra gerando custos sem parar com material de calafetação para o tratamento, pois em todas as torres devido a repetição do método houve fissuração em todos os apartamentos, sem exceção (Figura 28).

Com a entrada do serviço de checklist nas unidades onde se dá o acabamento no apartamento, as fissuras iam sendo fechadas com o selante, lixadas e pintadas, porém, sempre surgiam novas fissuras tornando uma atividade continua e consumidora. Com as entregas das unidades aos moradores próximas da data chave era conferido todos os apartamentos novamente para tratamento das fissuras e trincas, utilizando novamente mais selante no tratamento.

Figura 28 – Fissura na parede do imóvel.



Fonte: Acervo da empresa, 2022, adaptado pelo autor

#### **6.2.9. DESPLACAMENTO DAS CERÂMICAS**

Uma falha na conferência da validade de um material pode trazer sérias consequências para uma obra em grandes proporções. Na obra em questão a não verificação do prazo de validade dos impermeabilizantes causou o deslocamento das cerâmicas do piso das áreas molhadas, acarretando um gasto exorbitante e atraso nas datas de entrega da última torre.

Após a impermeabilização das áreas molhadas seguiu o processo com a aplicação da cerâmica, com fim da atividade de assentamento do piso após o rejuntamento pronto era feita a conferência dos pisos e azulejos. Nesse momento notou-se mais peças ocas do que deveria, no andar do teste verificou-se que todos os apartamentos estavam com a maior parte do piso oco, ao retirar uma amostra foi constatado o deslocamento da cerâmica juntamente com a argamassa (Figura 29).

Com o problema em mãos, foi necessário fazer toda a compra do material novamente para o reserviço da atividade de assentamento do piso da cozinha, área de serviço, banheiro e

varanda o que gerou uma falha significativa no orçamento de fim de obra, foi necessário fazer a compra de 200 sacos de ACIII e 450,00m<sup>2</sup> de cerâmica, pois todas as unidades tiveram que ser tratadas.

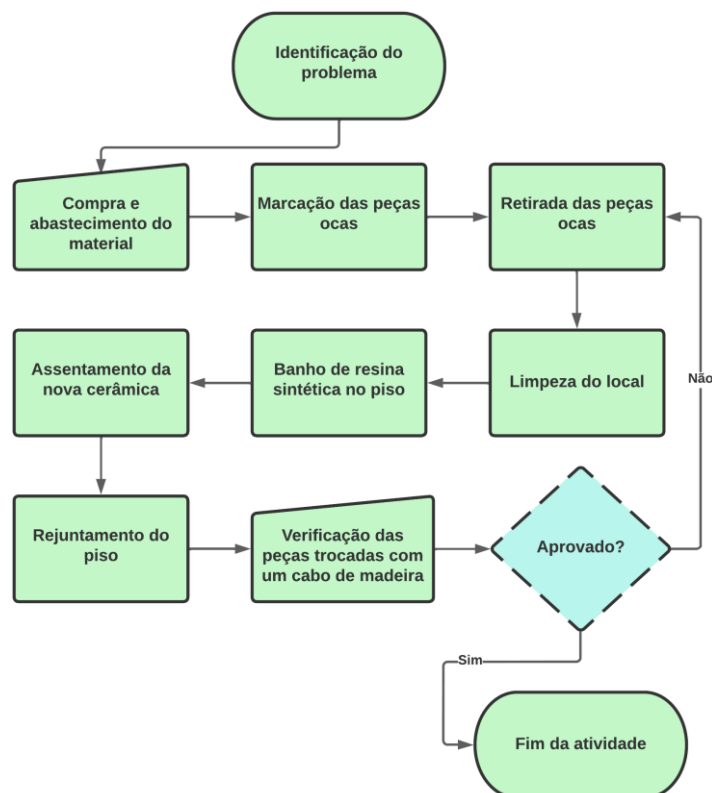
Para a execução da atividade foram utilizados 2 pedreiros para a remoção do piso e 3 azulejistas para o assentamento da cerâmica, seguindo uma linha de atividade (Figura 30). A atividade iniciava com a conferência e marcação das peças ocas, em seguida o pedreiro fazia a retirada do piso utilizando um martelo rompedor, uma marreta e uma talhadeira. Dando sequência, o azulejista limpava o piso e dava um banho de resina sintética para gerar aderência entre a argamassa e o substrato, para assim então começar o assentamento do piso, após a cerâmica no lugar era refeito o rejunte e testado novamente as novas cerâmicas assentadas com um cabo de madeira.

Figura 29 – Deslocamento da cerâmica do piso.



Fonte: Acervo da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

Figura 30 – Processo de execução da atividade.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão mostrados os custos das atividades juntamente com os gastos com os materiais que foram necessários utilizar para a resolução de cada problema. Através dos gráficos observa-se como foi prejudicial ao custo da obra cada erro de execução ou conferência dos serviços citados no tópico anterior.

### 7.1. RESULTADOS

As adversidades encontradas ao longo da obra geraram custos não previstos. Para a exposição dos custos das atividades anteriores, a análise foi feita através de gráficos: custo previsto para a atividade x custo gerado após a conclusão do problema.

Para entender um pouco sobre os custos gerados pelas patologias quando a intervenção é tardia e quando o problema já está em progressão, faremos uma análise da lei de Sitter. A demora em iniciar a manutenção de uma peça com patologia torna os reparos mais trabalhosos e caros, a lei de evolução dos custos, conhecida como lei dos 5 ou regra de Sitter,

mostra que os custos de intervenção crescem em função do tempo e segundo uma progressão geométrica de razão cinco (Figura 31).

Economicamente, Helene (1997) ressalta que os custos de intervenção na estrutura, para atingir um certo nível de qualidade, crescem exponencialmente quanto mais tardia for a intervenção e que a evolução desse custo pode ser assimilada ao de uma progressão geométrica de razão 5, conhecida por “Lei dos 5” ou regra de Sitter. Ainda, segundo Helene (1997), o significado da “Lei dos 5”, ou regra de Sitter, pode ser exposto, conforme a intervenção ocorra na:

- Fase de projeto: toda medida tomada em nível de projeto com o objetivo de aumentar a proteção e a durabilidade de uma certa estrutura precavendo a obra de futuros gastos com reparos devidos a falhas de planejamento, as ações tomadas nessa fase já serão pensadas para o orçamento;
- Fase de execução: toda medida extra projeto, tomada durante a fase de execução da atividade, implica um custo cinco vezes maior ao custo que acarretaria tomar uma medida equivalente na fase de projeto, para obter-se o mesmo nível final da estrutura. Um exemplo típico é a decisão em obra de reduzir a relação água / cimento para aumentar a durabilidade. A mesma medida tomada na fase de projeto permitiria o redimensionamento automático da estrutura considerando um novo concreto de resistência à compressão mais elevada, de maior módulo de deformação e de menor fluência.
- Fase de manutenção preventiva: as operações isoladas de manutenção do tipo; pinturas frequentes, impermeabilizações de coberturas e reservatórios mal projetados e até mesmo a vedação de fissuras recorrentes como vimos acima, tomar as ações necessárias para assegurar as boas condições da estrutura durante o período da sua vida útil, podem custar até 25 vezes mais que medidas corretas tomadas na fase de projeto estrutural ou arquitetônico. Por outro lado, podem ser cinco vezes mais econômicas que aguardar a estrutura apresentar problemas patológicos evidentes que requeiram uma manutenção corretiva;
- Fase de manutenção corretiva: corresponde aos trabalhos de diagnóstico, reparo, reforço e proteção das estruturas que apresentam manifestações patológicas evidentes. A estas atividades pode-se associar um custo 125 vezes maior que o custo das medidas que poderiam e deveriam ter sido tomadas na fase de projeto e que resultariam no mesmo resultado.

Figura 31 - Evolução dos custos pela fase de intervenção.



Fonte: SITTER, 1984.

Para as análises a seguir, foi utilizado como base os valores do sistema da empresa com fornecedores cadastrados, os valores de notas de compras de materiais para as atividades em questão e uma planilha da empresa que mede a produtividade do colaborador.

A planilha de medição de produtividade funciona da seguinte forma, para cada atividade existe um código que a descreve e engloba o quanto o colaborador deve produzir por dia para a atividade não se tornar improdutivo, essa base de quantidade de produção por dia é um parâmetro nacional da empresa.

Após a inserção do código da atividade na planilha, é preenchido automaticamente o valor base da atividade que é o quanto ela custa, o valor praticado que é o quanto está saindo essa atividade na obra e o valor total, positivo ou negativo, que se refere a atividade gerando lucro ou prejuízo para a empresa.

Com o preenchimento das informações base, é necessário colocar o nome do colaborador e os dias trabalhados na atividade solicitada, a planilha automaticamente puxará o valor da diária daquele funcionário baseado no seu salário, se ele é oficial ou servente, o que altera o valor da diária. Após isso é preciso colocar a quantidade que ele produziu, com esse dado a planilha calculará o valor que está sendo praticado o serviço (Figura 32).



Figura 32 – Planilha de medição de produtividade.

| APROPRIAÇÃO DE ASSENTAMENTO DE PISO CERÂMICO |                                                  |                  |            |          |               |                        |                 |                |                |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| COD SAP                                      | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO                             |                  |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS MÊS |
| 9001940                                      | SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE PISO/AZULEJO CERAMICO |                  |            | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 158,99      | 0,00           | 20             |
|                                              |                                                  |                  |            | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 125,14      |                |                |
| EQUIPE                                       | OFICIAL/SERVENTE                                 | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$)    |
| AZULEJISTA                                   | OFICIAL                                          | 1,0              | R\$ 158,99 | M2       | 10,0          | R\$20,00               | R\$ 15,90       | R\$ 4,10       | R\$ 41,01      |
| APROPRIAÇÃO DE ASSENTAMENTO DE PISO CERÂMICO |                                                  |                  |            |          |               |                        |                 |                |                |
| COD SAP                                      | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO                             |                  |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS MÊS |
| 9001940                                      | SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE PISO/AZULEJO CERAMICO |                  |            | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 158,99      | 0,00           | 20             |
|                                              |                                                  |                  |            | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 125,14      |                |                |
| EQUIPE                                       | OFICIAL/SERVENTE                                 | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$)    |
| AZULEJISTA                                   | OFICIAL                                          | 1,0              | R\$ 158,99 | M2       | 5,0           | R\$20,00               | R\$ 31,80       | -R\$ 11,80     | -R\$ 58,99     |

Fonte: Dados da empresa, 2022.

### 7.1.1. ANÁLISE 1 - PONTOS DE VASO SANITÁRIO DESLOCADOS

Com a planilha de medição de produtividade (Figura 33), foi possível medir a produtividade dos funcionários na atividade, utilizando os parâmetros da empresa em nível nacional. Abrangendo toda a atividade de reinstalação das 110 louças sanitárias utilizando um tempo de 20 dias para a conclusão do serviço, podemos ver um prejuízo de R\$ 202,41 por unidade reinstalada, somando um prejuízo de R\$ 26.500,10 de mão de obra e materiais.

Figura 33 - Apropriação do serviço de instalação dos vasos.

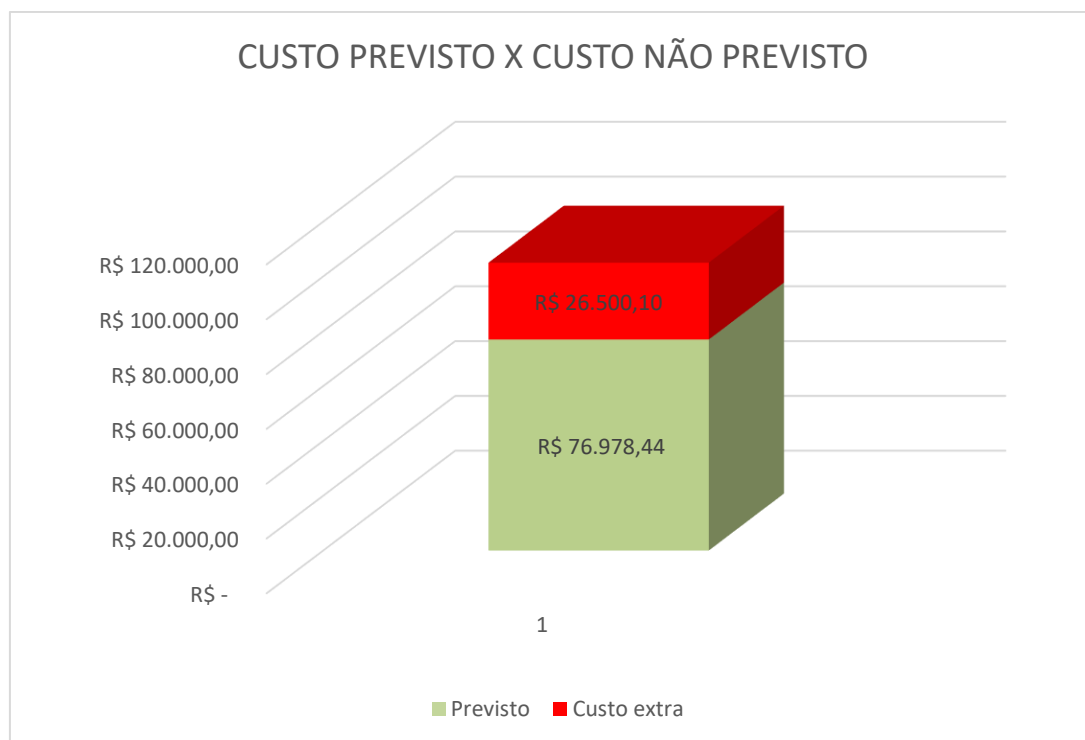
| APROPRIAÇÃO DE INSTALAÇÃO DE LOUÇAS |                                                          |                  |              |          |               |                        |                 |                |                |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|--------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| COD SAP                             | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO                                     |                  |              | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS MÊS |
| 9100000                             | SERVIÇO DE INSTALACAO DE ACABAMENTOS DE LOUCA HIDRAULICA |                  |              | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 158,99      | 0,00           | 20             |
|                                     |                                                          |                  |              | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 125,14      |                |                |
| EQUIPE                              | ATIVIDADE                                                | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA       | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$)    |
| PEDREIRO                            | QUEBRA/ENCHIMENTO                                        | 20,0             | R\$ 3.179,88 | M2       | 60,0          | R\$8,00                | R\$ 53,00       | -R\$ 45,00     | -R\$ 2.699,88  |
| PEDREIRO                            | IMPERMEABILIZAÇÃO                                        | 20,0             | R\$ 3.179,88 | M2       | 60,0          | R\$8,00                | R\$ 53,00       | -R\$ 45,00     | -R\$ 2.699,88  |
| AZULEJISTA                          | CERÂMICA PISO                                            | 20,0             | R\$ 3.179,88 | M2       | 60,0          | R\$20,00               | R\$ 53,00       | -R\$ 33,00     | -R\$ 1.979,88  |
| AZULEJISTA                          | REJUNTE                                                  | 20,0             | R\$ 3.179,88 | M2       | 60,0          | R\$2,50                | R\$ 53,00       | -R\$ 50,50     | -R\$ 3.029,88  |
| HIDRÁULICO                          | TUBO/INST. VASOS                                         | 20,0             | R\$ 3.179,88 | UN       | 110,0         | R\$84,00               | R\$ 28,91       | R\$ 55,09      | R\$ 6.060,12   |
|                                     |                                                          |                  |              |          |               |                        |                 |                |                |
|                                     |                                                          |                  |              |          |               |                        |                 |                |                |
| PREZUIJO TOTAL: R\$ 20.368,10       |                                                          |                  |              |          |               |                        |                 |                |                |

Fonte: Dados da empresa, 2021.

Para a atividade de instalação dos vasos previu-se um custo inicial de R\$ 76.978,44 admitindo a execução feita uma única vez de 288 vasos sanitários, não sendo necessário

qualquer retrabalho, com a descoberta e tratamento do problema o valor inicial teve o custo aumentado em R\$ 26.500,10, tendo em vista as 3 torres em estudo (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Custo extra da atividade de realocação dos vasos.



Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

### 7.1.2. ANÁLISE 2 - SAÍDA DO AR-CONDICIONADO DENTRO DOS PAINÉIS DE MEDIDORES

Em uma fase final de obra cada centavo conta, por ser uma atividade rápida de ser feita e que não envolve tantos custos, não gerou um grande impacto no orçamento, porém vemos como até um pequeno detalhe pode alterar um planejamento de custos.

Para a atividade tivemos o gasto com a mão de obra que gerou um custo de R\$ 317,99 referente a uma diária de um pedreiro e mais uma diária de um hidráulico, e o custo com os materiais que gerou um gasto de R\$ 1.127,00, acumulando um valor total de R\$ 1.444,99 de prejuízo com o problema (Figura 34). Como o problema foi extremamente pontual por uma falha na hora de conferir os gabaritos antes da concretagem, o problema não constava na planilha da empresa com valor de correção, utilizamos assim somente o valor da diária trabalhada pelos colaboradores para a prestação do serviço.

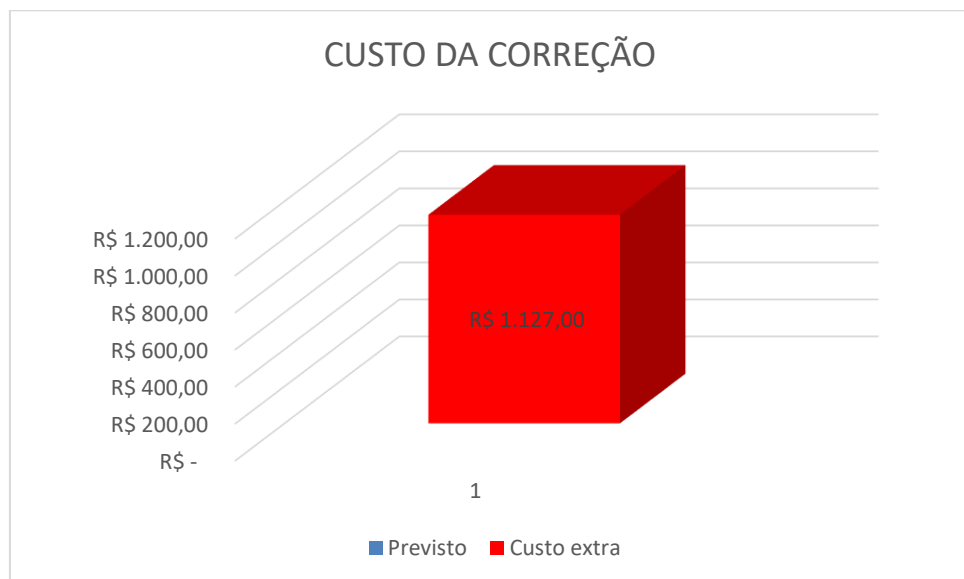
Figura 34 - Apropriação do serviço de troca do ponto de ar-condicionado.

| APROPRIAÇÃO DE CORREÇÃO DOS PONTOS DE AR-CONDICIONADO |                              |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|-------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| COD-SAP                                               | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO         |                  |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS  |
| 9001884                                               | SERVICO DE EXECUCAO DE SHAFT |                  |            | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 158,99      | 0,00           | 20          |
|                                                       |                              |                  |            | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 125,14      |                |             |
| EQUIPE                                                | OFICIAL/SERVENTE             | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$) |
| PEDREIRO                                              | OFICIAL                      | 1,0              | R\$ 158,99 |          |               |                        |                 |                |             |
| HIDRÁULICO                                            | OFICIAL                      | 1,0              | R\$ 158,99 |          |               |                        |                 |                |             |
|                                                       |                              |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                                       |                              |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                                       |                              |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                                       |                              |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
| TOTAL:                                                |                              |                  | R\$ 317,99 |          |               |                        |                 |                |             |

Fonte: Dados da empresa, 2021.

De acordo com o gráfico 2 vemos que todo o valor gerado pelo problema foi somente de prejuízo, pois como a atividade não foi prevista em projeto, não teve valor orçado ou preparado para a resolução.

Gráfico 2 – Custo da correção do problema.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

### 7.1.3. ANÁLISE 3 - FORMA DESLOCADA: PAREDES FORA DE ESQUADRO

Seguindo com a atividade de regularização das paredes fora de esquadro, como o serviço de pós-forma já havia passado e deixado essas paredes não conformes para trás, foi necessário voltar e corrigir, utilizando novamente mais materiais e mão de obra.

Para o serviço de pós-forma inicialmente foi orçado um valor inicial de R\$ 132.480,00, não considerando o problema, porém devido a correção foi praticado um valor de R\$ 215.712,00, chegando assim a um prejuízo de R\$ 289,00 por unidade (Figura 35), englobando mão de obra e o acréscimo de materiais necessários somente para a regularização das paredes.

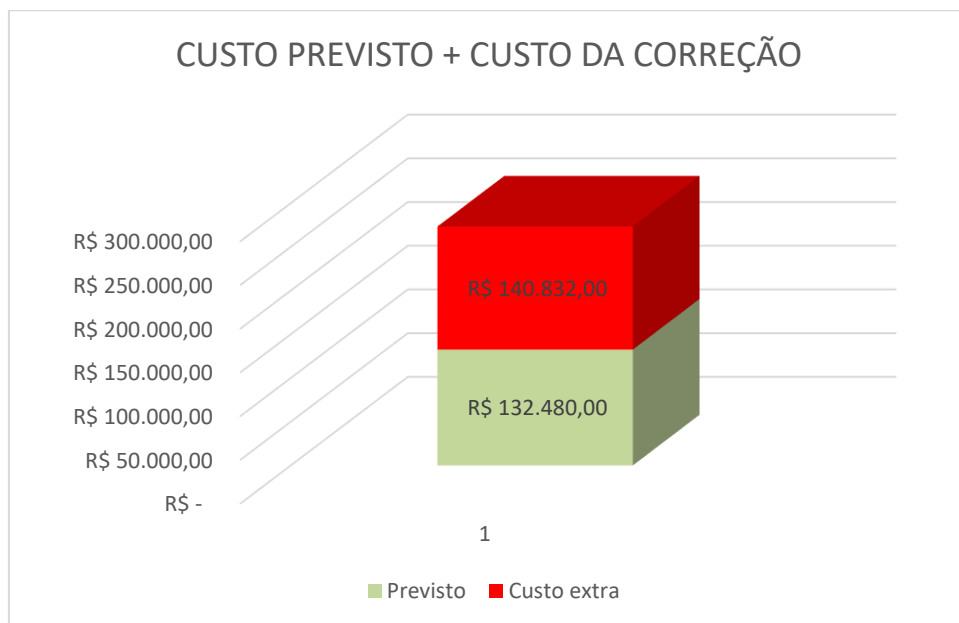
Figura 35 - Apropriação do serviço de correção das paredes fora de esquadro.

| APROPRIAÇÃO DE EXECUÇÃO DE PÓS FORMA |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| COD SAP                              | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO                                |                 |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS  |
| 9000862                              | SERVICO DE EXECUCAO DE ESTUCAGEM EM PAREDE CONCRETO |                 |            | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 144,54      | 0,00           | 22          |
|                                      |                                                     |                 |            | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 113,76      |                |             |
| EQUIPE                               | OFICIAL/SERVENTE                                    | DIASTRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$) |
| PEDREIRO                             | OFICIAL                                             | 2,0             | R\$ 289,08 | UNIDADE  | 1,0           | R\$460,00              | R\$ 289,08      | R\$ 170,92     | R\$ 170,92  |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                                                     |                 |            |          |               |                        |                 |                |             |
| TOTAL:                               |                                                     |                 | R\$ 289,08 |          |               |                        |                 |                |             |

Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

Seguindo com a análise do gráfico 3, o valor destinado originalmente para a atividade desconsiderando o problema em questão da correção adicional das paredes era de R\$ 132.480,00, mas finalizou com um valor de R\$ 215.712,00. Acrescentando mais o valor fechado com o empreiteiro para gesso corrido, massa corrida e pintura de R\$ 200,00 por unidade, com isso temos um acumulado de R\$ 273.312,00 a um total gasto por unidade de R\$ 489,00.

Gráfico 3 – Custo da correção adicional das paredes fora de esquadro.



Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

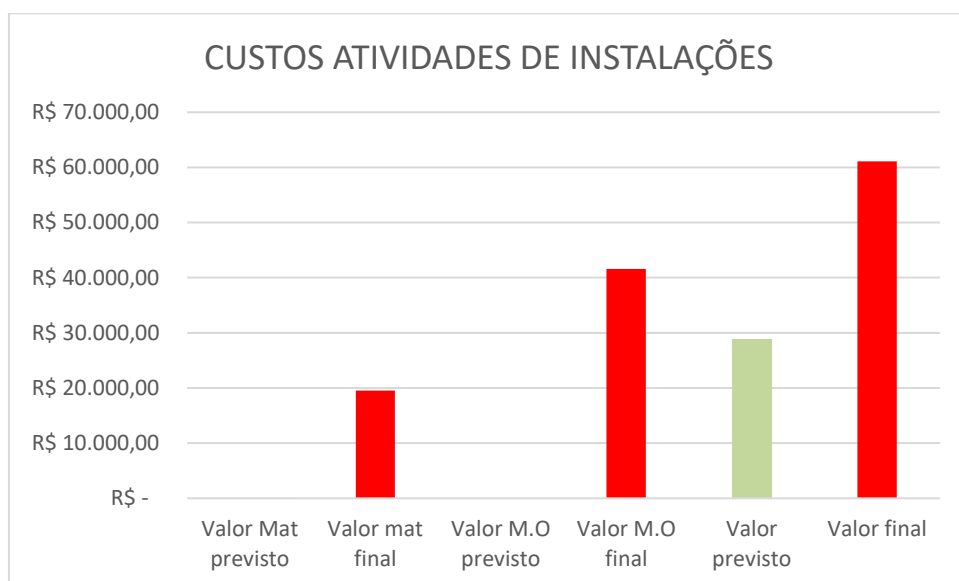
#### 7.1.4. ANÁLISE 4 - HIDRÁULICA E ELÉTRICA NÃO FIXADOS ANTES DA CONCRETAGEM

Devido aos kits elétricos já virem prontos para a obra, não deveria ter gastos com fiação, porém devido a falta de alguns fios ou roubos, acabou sendo necessário repassar a fiação faltante. Para completar as 3 torres com o que faltava de fio nas bitolas 1,5mm², 2,5mm² e 6mm² foi gasto um total de R\$ 14.112,00 com materiais.

Seguindo a linha dos kits elétricos, com os kits hidráulicos também não deveria ter gastos significativos com a passagem de tubulações, porém com a falta de tubulação em alguns lugares se fez necessário a passagem de uma nova tubulação. Para a passagem de tubulações faltantes na torre foi gasto aproximadamente R\$ 5.430,00 com tubos de água fria e água quente, e a mão de obra de um hidráulico realizando os consertos quando necessário a um valor de diária de R\$ 144,54, considerando 22 dias úteis no mês, totalizando R\$ 3.179,88.

Os valores de mão de obra da passagem da fiação faltante, conforme a tabela de preços da empresa, é de R\$ 100,00 por unidade, a atividade deveria sair a um total de R\$ 28.800,00, porém devido aos retrabalhos acabou saindo a um valor de R\$ 38.400,00, uma torre a mais de prejuízo.

Gráfico 4 – Custo da correção de tubulações elétricas e hidráulicas faltantes.



Fonte: Dados da empresa, 2021, adaptado pelo autor.

### 7.1.5. ANÁLISE 5 – SEGREGAÇÃO

Um dos problemas a se ter cuidado na hora da concretagem, é a segregação do material, com a percepção da manifestação patológica logo no início, foi possível evitar para os andares superiores com a subida da forma. Para a correção da manifestação patológica foi considerado o valor de R\$ 12,00m<sup>2</sup> (Figura 36), já incluído mão de obra e materiais.

Figura 36 - Apropriação do serviço de correção da patologia segregação.

| APROPRIAÇÃO DE CORREÇÃO DE PATOLOGIA |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|--------------------------------------|----------------------|------------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| COD SAP                              | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO |                  |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS  |
| 9000092                              | -                    |                  |            | OFICIAL  | R\$ 1.766,60  | R\$ 3.179,88           | R\$ 144,54      | 0,00           | 22          |
|                                      |                      |                  |            | SERVENTE | R\$ 1.390,40  | R\$ 2.502,72           | R\$ 113,76      |                |             |
| EQUIPE                               | OFICIAL/SERVENTE     | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$) |
| PEDREIRO                             | OFICIAL              | 2,0              | R\$ 289,08 | M2       | 10,08         | R\$12,00               | R\$ 28,68       | -R\$ 16,68     | -R\$ 168,12 |
|                                      |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
|                                      |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |             |
| TOTAL:                               |                      |                  | R\$ 289,08 |          |               |                        |                 |                |             |

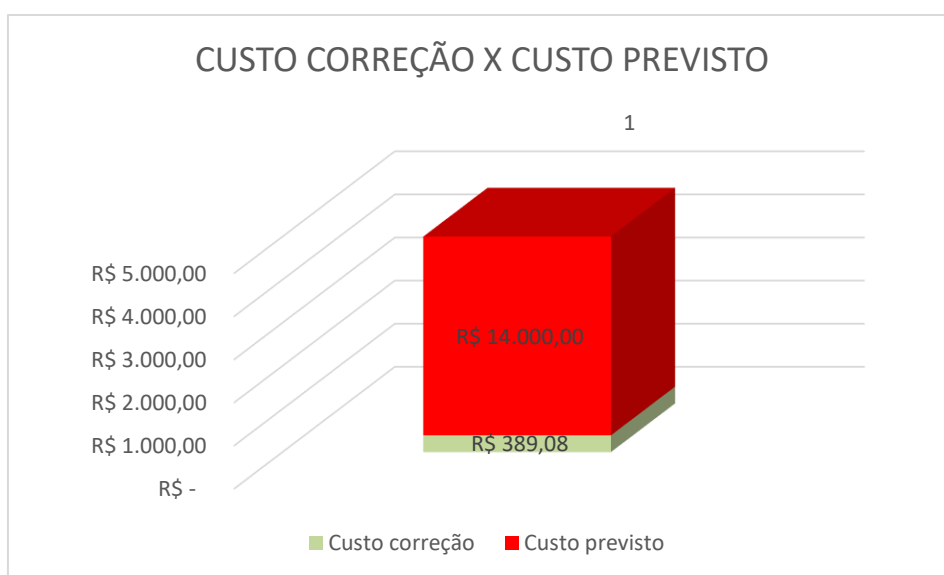
Fonte: Dados da empresa, 2021.

Acompanhando o gráfico 5, observa-se como um problema tratado no início pode reduzir muito os gastos durante a fase de execução, adotando ainda uma previsão de custos

caso a patologia não fosse reconhecida e tratada logo no começo da sua manifestação, utilizando como exemplo caso a patologia se repetisse nos demais andares das torres.

Para a correção da patologia foi gasto um total de R\$ 389,08 abrangendo mão de obra e materiais. Para a previsão de gastos caso a patologia tivesse dado sequência nos demais andares, levando em conta os mesmos 4 pontos de patologia por andar, seria utilizado um valor aproximado de R\$ 14.000,00 para consertos nas 3 torres, um prejuízo que foi antecipado durante a fase de início da execução.

Gráfico 5 – Custo da correção da patologia segregação + possíveis gastos.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

#### 7.1.6. ANÁLISE 6 - PONTOS DO AR-CONDICIONADO FORA DE ALINHAMENTO

Para a correção dos 27 pontos de ar-condicionado deslocados, foi necessário um total de R\$ 1.445,40 de mão de obra para o serviço. Devido a não previsão nem tratamento prévio a fase de acabamento, acabou gerando um custo que não havia sido reservado para a atividade.

Como a atividade em questão é algo muito pontual não temos um valor de referência, logo a atividade foi separada por partes de acordo com os serviços necessários para a correção (Figura 37).

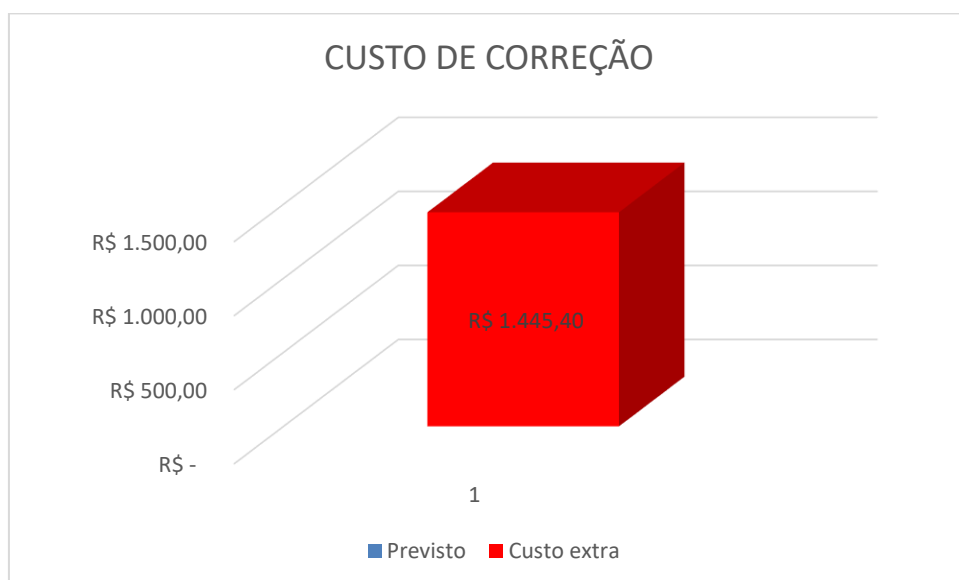
Figura 37 - Apropriação do serviço de correção dos pontos de ar-condicionado.

| APROPRIAÇÃO DE CORREÇÃO PONTOS AR-CONDICIONADO |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |              |
|------------------------------------------------|----------------------|------------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| COD SAP                                        | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO |                  |            | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS   |
| 9000092                                        |                      |                  |            | OFICIAL  | R\$ 1.766,60  | R\$ 3.179,88           | R\$ 144,54      | 0,00           | 22           |
|                                                |                      |                  |            | SERVENTE | R\$ 1.390,40  | R\$ 2.502,72           | R\$ 113,76      |                |              |
| EQUIPE                                         | OFICIAL/SERVENTE     | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA     | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$)  |
| PEDREIRO                                       | OFICIAL              | 5,0              | R\$ 722,70 | UNIDADE  | 27,00         |                        |                 |                |              |
| HIDRÁULICO                                     | OFICIAL              | 5,0              | R\$ 722,70 |          |               |                        |                 |                |              |
|                                                |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |              |
|                                                |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |              |
|                                                |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |              |
|                                                |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                |              |
| TOTAL:                                         |                      |                  |            |          |               |                        |                 |                | R\$ 1.445,40 |

Fonte: Dados da empresa, 2022.

Para melhor visibilidade do montante gasto com a correção é apresentado o gráfico 6, que mostra mais uma atividade que teve um gasto desnecessário por não ter sido antecipada e corrigida anteriormente, e não ter essa correção já encaixada no serviço de pós-forma, o que evitaria a quebra da parede após dado o acabamento de pintura.

Gráfico 6 – Custo da correção dos pontos de ar-condicionado.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

### 7.1.7. ANÁLISE 7 - TESTE DE PASSAGEM DOS ELETRODUTOS

De acordo com o valor de referência da empresa para a execução da atividade de verificar toda a rede de passagem elétrica e de comunicação do apartamento, o serviço sairia



por R\$ 100,00 por unidade, mas para a mesma execução na prática da obra foi praticado a um valor de R\$ 132,50 por unidade, gerando um prejuízo de R\$ 9.358,56 no total das 3 torres somente na primeira execução. Na fase de testes com outro empreiteiro, foi constatado ainda unidades com eletrodutos interrompidos, sendo necessário novamente a quebra e troca do eletroduto pela segunda vez.

Para a realização novamente do serviço, foi fechado um pacote de serviços de elétrica com o segundo empreiteiro de R\$ 150,00 por unidade, englobando também a quebra e troca novamente dos eletrodutos danificados, obteve-se 26 unidades como prejuízo, somando ao todo R\$ 13.258,56 (Figura 38).

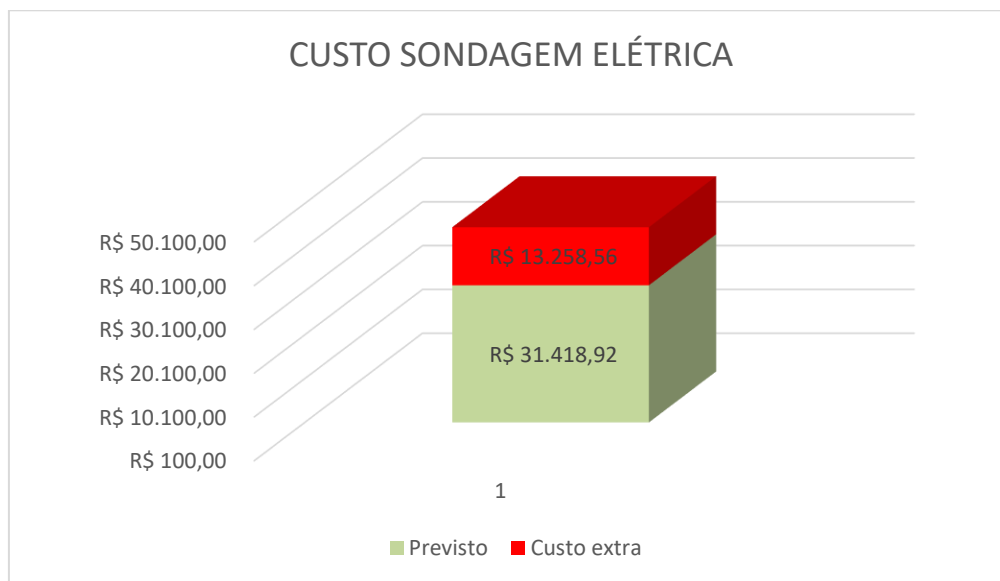
Figura 38 - Apropriação do serviço de teste de passagem dos eletrodutos.

| APROPRIAÇÃO DE EXECUÇÃO DE SONDAÇÃO ELÉTRICA |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 |               |
|----------------------------------------------|----------------------|------------------|--------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| COD SAP                                      | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO |                  |              | TIPO     | Salário       | Salário + Índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL   | DIAS ÚTEIS    |
| 9000188                                      |                      |                  |              | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 144,54      | 0,00            | 22            |
|                                              |                      |                  |              | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 113,76      |                 |               |
| EQUIPE                                       | OFICIAL/SERVENTE     | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA       | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNIT. | SALDO (R\$)   |
| ELETRICISTA                                  | OFICIAL              | 22,0             | R\$ 3.179,88 | UNIDADE  | 24,00         | R\$100,00              | R\$ 132,50      | -R\$ 32,50      | -R\$ 9.358,56 |
| ELETRICISTA                                  |                      | 22,0             |              |          | 26,0          | R\$150,00              |                 |                 | R\$ 3.900,00  |
|                                              |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 |               |
|                                              |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 |               |
|                                              |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 |               |
|                                              |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 |               |
| TOTAL:                                       |                      |                  |              |          |               |                        |                 |                 | R\$ 3.179,88  |

Fonte: Dados da empresa, 2022.

A atividade em questão acabou saindo mais cara que o esperado pois devido à má execução do serviço foi necessário executar mais de uma vez verificando o mesmo local, o que gerou uma bola de neve nos custos da execução do serviço. O valor previsto para a atividade levando em conta 3 torres da obra, foi de R\$ 31.418,92 valor esse que foi excedido muito além do esperado, gerando um custo total de R\$ 44.677,48, aumentando em 29,67% o valor destinado a execução do serviço. O valor inclui gastos com materiais e mão de obra.

Gráfico 7 – Custo excedido na atividade de teste de passagem dos eletrodutos.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

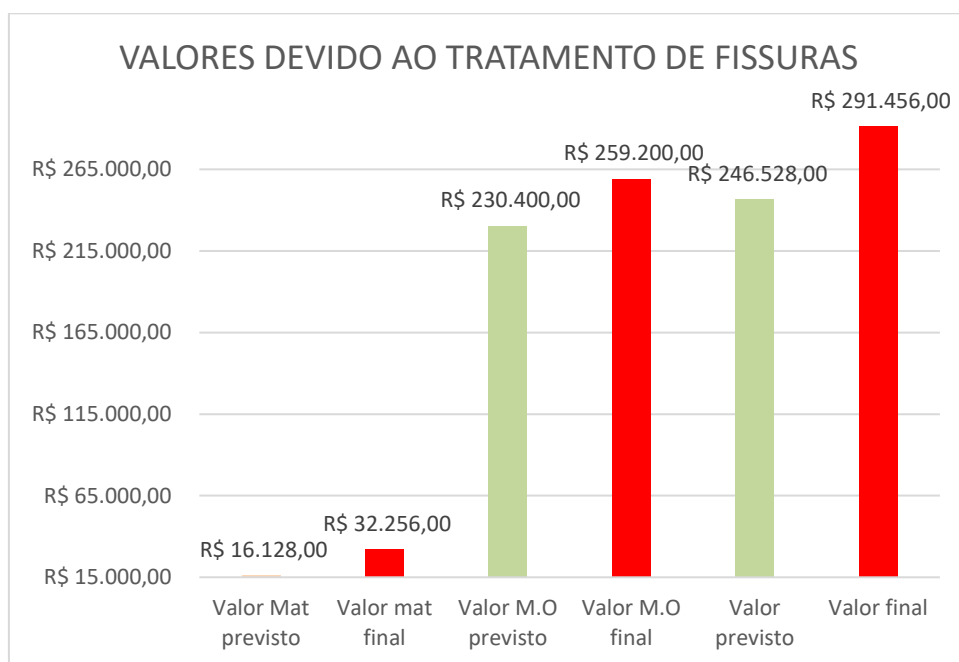
#### 7.1.8. ANÁLISE 8 - FISSURAÇÃO DO CONCRETO

Para a execução do serviço de checklist do apartamento, onde é dado todo o acabamento na unidade afim de deixar pronta para o cliente, foi orçado um valor de R\$ 230.400,00 de mão de obra tendo como referência R\$ 800,00 por unidade, mais R\$ 56,00 de material por unidade, considerando 2 tubos de selante, cada um a R\$ 28,00 a um total de R\$ 16.128,00.

Esse valor foi ultrapassado em R\$ 16.128,00 devido ao gasto com os materiais selantes para tratamento das fissuras, e em R\$ 28.800,00 com a entrada novamente no apartamento para a conferência e tratamento de novas fissuras, considerando um valor de R\$ 100,00 por unidade.

Com as fissuras ressurgindo nas paredes, foi gasto uma grande quantia com o tratamento, os gastos com materiais se aproximaram de R\$ 13.872,00 e de mão de obra R\$ 28.800,00. No valor da atividade que teve seu valor orçado em R\$ 380.200,00 acabou saindo a R\$ 422.872,00 (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Custo excedido na atividade de tratamento de fissuras.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

#### 7.1.9. ANÁLISE 9 - DESPLACAMENTO DAS CERÂMICAS

Com o rápido sequenciamento das atividades para obter maior produção em menos tempo, acabou não sendo feita a conferência da validade do impermeabilizante utilizado que já estava vencido, o que foi sem dúvidas a maior causa do problema. Também não podemos dispensar a possibilidade de falhas na execução, ou utilização de processos que vão contra a PES da empresa.

Para a troca do piso foram utilizados 3 azulejistas e mais 2 pedreiros para a remoção do piso, foi gasto um total de R\$ 15.889,40 somente com mão de obra para a atividade (Figura 39). Com a compra do material para o assentamento da cerâmica foi gasto R\$ 3.480,00 com argamassa e R\$ 10.305,00 com cerâmica, totalizando R\$ 13.785,00 de gastos com materiais.

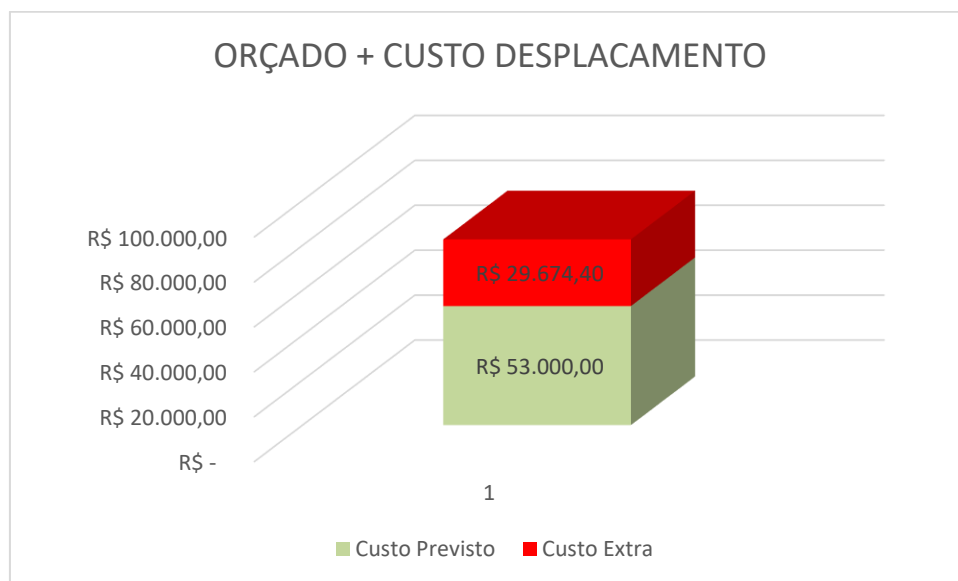
Figura 39 - Apropriação do serviço de reassentamento de piso cerâmico.

| APROPRIAÇÃO DE RESERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE PISO |                                             |                  |               |          |               |                        |                 |                |               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|---------------|----------|---------------|------------------------|-----------------|----------------|---------------|
| COD SAP                                          | DESCRIÇÃO DO SERVIÇO                        |                  |               | TIPO     | Salário       | Salário + índice (1,8) | Valor Diária    | SERV./OFICIAL  | DIAS ÚTEIS    |
| 9001763                                          | RESERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE PISO E AZULEJO |                  |               | OFICIAL  | R\$1.766,60   | R\$ 3.179,88           | R\$ 144,54      | 0,00           | 22            |
|                                                  |                                             |                  |               | SERVENTE | R\$1.390,40   | R\$ 2.502,72           | R\$ 113,76      |                |               |
| EQUIPE                                           | OFICIAL/SERVENTE                            | DIAS TRABALHADOS | DIÁRIA        | UNIDADE  | QTD EXECUTADA | VALOR REFERÊNCIA       | VALOR PRATICADO | DIFERENÇA UNT. | SALDO (R\$)   |
| AZULEJISTA                                       | OFICIAL                                     | 22,0             | R\$ 3.179,88  | M2       | 450,0         | R\$150,00              | R\$ 21,20       | R\$ 128,80     | R\$ 57.960,36 |
| AZULEJISTA                                       | OFICIAL                                     | 22,0             | R\$ 3.179,88  | M2       |               |                        |                 |                |               |
| AZULEJISTA                                       | OFICIAL                                     | 22,0             | R\$ 3.179,88  | M2       |               |                        |                 |                |               |
|                                                  |                                             |                  |               |          |               |                        |                 |                |               |
| PEDREIRO                                         | OFICIAL                                     | 22,0             | R\$ 3.179,88  | M2       | 225,0         |                        |                 |                |               |
| PEDREIRO                                         | OFICIAL                                     | 22,0             | R\$ 3.179,88  | M2       | 225,0         |                        |                 |                |               |
|                                                  |                                             |                  |               |          |               |                        |                 |                |               |
| TOTAL:                                           |                                             |                  | R\$ 15.899,40 |          |               |                        |                 |                |               |

Fonte: Dados da empresa, 2022.

Com o problema citado foi gasto R\$ 29.674,40 a mais que o projetado, que foi de aproximadamente R\$ 53.000,00, valor esse para o assentamento do piso cerâmico pela primeira vez.

Gráfico 9 - Custo do deslocamento das cerâmicas do piso dos apartamentos.



Fonte: Dados da empresa, 2022, adaptado pelo autor.

## 8. CONCLUSÕES

Conforme mostrado acima, todas as atividades geraram prejuízos para a empresa devido à demora para serem solucionadas, e de acordo com a lei de Sitter os custos são 125 vezes maiores quando o problema só é visto durante a fase de execução, o que se encaixa

perfeitamente na prática quando colocamos todos os custos em evidência nesse estudo de caso. Através da exposição dos custos gerados é possível ter a noção dos valores de cada falha durante a obra, por isso é de suma importância prever futuros problemas ainda na fase de projeto. Ao longo da execução todas as adversidades foram solucionadas, porém com um custo que não estava previsto, e para pequenas empresas custos não previstos podem levar a falência.

Devido à alta velocidade de produção do método construtivo se a conferência não for intensiva em todas as atividades a serem executadas o pró se torna contra, pois com a alta velocidade de produção vem os erros que podem acabar custando muito. Para a obra em questão somando os prejuízos das falhas citadas nesse estudo o valor se aproximou de R\$ 268.440,44, juntando materiais e mão de obra necessários para a correção dos problemas.

Comparado com o tempo do método mais utilizado no Brasil que seria a alvenaria estrutural, a parede de concreto é relativamente nova no mercado sendo utilizada por poucas empresas devido ao alto custo com formas de alumínio e concreto. Se o sistema não for bem conferido pode gerar as falhas e patologias visto nesse estudo, que fazem aumentar ainda mais o custo e diminuir o principal benefício do método, que é a velocidade de produção.

Para uma melhor eficácia do sistema é recomendado a conferência e um bom sequenciamento dos serviços para que não se sobreponham, ou a atividade anterior passar na frente de sua predecessora, juntamente com a verificação antecipada dos futuros problemas e os respectivos materiais necessários para a resolução.

Para conclusão, o estudo teve como objetivo expor os custos gerados pelas falhas do método e de execução das atividades, e mostrar que o método parede de concreto deve ter todos seus projetos compatibilizados para evitar problemas na hora da execução e gastos não previstos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWeb. Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos. Acesso em: 26 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos/6412>

ALBUQUERQUE, P. J. R.; FAICAL, M.; CARVALHO, D.; FERREIRA, M. A. M. Comportamento à compressão de estacas escavadas, hélice contínua e hélice tipo ômega, em solo residual de diabásio. São Paulo: UNICAMP, 2001

ALONSO, U. R. Previsão e controle das fundações: uma introdução ao controle da qualidade em fundações. São Paulo: Edgar Blücher, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Paredes de Concreto: coletânea de ativos. São Paulo, 2007/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6122:2010. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9575-2:2010. Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

Associação Brasileira de Cimento Portland. Coletânea de Ativos em Paredes de Concreto. 2007. 216 f. - São Paulo, 2008. Disponível em: [https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Coletanea\\_PC2007-2008.pdf](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Coletanea_PC2007-2008.pdf). Acesso em: 09 abr. 2022.

Asope Engenharia. Fissuras por ataques de cloretos. 2012. Acesso em: 26 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.asope.com.br/single-post/2018/04/24/fissuras-por-ataque-de-cloretos>

BASTOS, Paulo Sérgio. Fundamentos do concreto armado. UNESP, São Paulo 2019. Disponível em: [www.feb.unesp.br/pbastos](http://www.feb.unesp.br/pbastos). Acesso em: 26 mai. 2022.

BRITO, José Luis Wey de. Fundações do edifício. São Paulo: EPUSP, 1987.

CIMENTOS, Votorantim. **VAZIOS DE CONCRETAGEM: SAIBA COMO EVITAR**. 2016. 1 v. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Uniritter, São Paulo, 2016. Disponível em: Vazios de concretagem: saiba como evitar. Disponível em: . Acesso em: 8 set. 2022. . Acesso em: 08 set. 2022.

CORSINI, R. Paredes Normatizadas. Revista Técnica, São Paulo: Pini, n. 183, dez. 2012.

Guide Engenharia. Trincas de flexão em vigas de concreto armado. 2017. Acesso em: 21 de maio de 2022. Disponível em: Trincas de flexão em vigas de concreto armado | Guide Engenharia

GUIMARÃES, D. Fundações. Porto Alegre: SER - SAGAH, 2018. ISBN 9788595023529. Disponível em:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000014417&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 26 maio. 2022.

HELENE, Paulo R. L., Corrosão em Armaduras de Concreto Armado, Editora Pini, 1988.

HUSSAIN, T.; ESKILDSEN, J. K.; EDGEMAN, R. The intellectual structure of research in ISO 9000 standard series (1987–2015): a Bibliometric analysis. *Total Quality Management & Business Excellence*, [s. l.], v. 31, n. 11/12, p. 1195–1224, 2020. DOI 10.1080/14783363.2018.1469977. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=144476525&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 7 set. 2022.

MARCELLI, Mauricio. Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: PINI, 2007. 270 p.

MISURELLIE, HUGO; MASSUDA, CLOVIS. Como Construir Paredes de Concreto. *Téchne*, São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009. Disponível em: COMO CONSTRUIR Paredes de concreto - PDF Free Download (docplayer.com.br). Acesso em: 8 abr. 2022.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como construir paredes de concreto. *Revista Téchné*, São Paulo, ano 17, n. 147, p. 74-80, 8 abr. 2022.

MISSURELI, H.; MASSUDA, C.; Como construir Paredes de concreto. In: *Téchne*. Edição 147, ano 17, p. 74-80, 2009. Acesso em: 25 de abril de 2022.

MORAIS, V.R. ; REGO, L.R.M. Aços para Concreto Armado. In: ISAIA, G.C. (ed.). *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), 2005, v.1, p.233-263

NAKAMURA, J. Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. *Téchne*, Rio de Janeiro, v.20, n.2, p.4, 2014.

NETO, Egydio P. Caderno de Receitas de Concreto Armado - Vol. 1 - Vigas. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2017. 9788521634690. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634690/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

NORONHA, M. A. A. Diagnostico dos males e terapia das estruturas. 1980. – (Apostila do Curso de Patologia das Construções de Concreto, FDTE/EPUSP/IPT), Sao Paulo, 1980.

PEREIRA, Caio. Estaca Hélice Contínua – Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/estaca-helice-continua/>. Acesso em: 26 de maio de 2022.

REIS, Lília S. N. (2001). Sobre a recuperação e reforço de estruturas de concreto armado.

SANTOS, E. de B. Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SITTER, W.R. Costs for Service Life Optimization. The “Law of Fives”. In: CEB-RILEM Durability of Concrete Structures.

SOUZA, V. C. M. D.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio. RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998. 262 p.

TASCA, M. Estudo da carbonatação natural de concretos com pozolanas: monitoramento em longo prazo e análise da microestrutura. 2012. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2012.

THOMAZ, Ercio. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. 1. ed. São Paulo: Pini, 1989

TÚLIO, M. Notas de aula de fundações – 7. [S.l.]: Ebah, 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfCpIAI/tipos-fundacao>>. Acesso em: 26 mai. 2022.

WEIMER, B. F. Patologia das estruturas. Porto Alegre: SER - SAGAH, 2018. ISBN 9788595023963. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000014441&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 12 out. 2022.

ZÚÑIGA, L. D. O.; SANTOS, T. C.; SILVA, J. R. Viabilidade Do Sistema Construtivo Do Tipo Parede De Concreto Para Habitações Populares. Revista Mirante (ISSN 1981-4089); v. 10 n. 1 (2017, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.4301264C&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 8 abr. 2022.