

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Alana Vargas Magalhães

**LEVANTAMENTO DE FATORES DE ATRASO EM OBRAS DE ALVENARIA  
ESTRUTURAL: UM ESTUDO DE CASO**

Florianópolis

2022

Alana Vargas Magalhães

**LEVANTAMENTO DE FATORES DE ATRASO EM OBRAS DE ALVENARIA  
ESTRUTURAL: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Civil

Orientador: Prof. Antonio Cezar Borna, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra, elaborada pela autora, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Magalhães, Alana Vargas

Levantamento de fatores de atraso em obras de alvenaria estrutural: um estudo de caso / Alana Vargas Magalhães ; orientador, Antonio Cezar Bornia, 2022.

86 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Alvenaria Estrutural. 3. Atrasos em obras. 4. Construção Civil. I. Bornia, Antonio Cezar. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Civil. III. Título.

Alana Vargas Magalhães

**LEVANTAMENTO DE FATORES DE ATRASO OBRAS DE ALVENARIA  
ESTRUTURAL: UM ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheira de Produção Civil” e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Local, 6 de Dezembro de 2022.

---

Prof. Mônica Maria Mendes Luna, Dr<sup>a</sup>.  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Antonio Cezar Bornia Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup> Marina Bouzon, Dr<sup>a</sup>.  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a meus pais, Meri e Zeno, que são a minha fundação, e a meu noivo, Matheus, que é a estrutura que me mantém em pé.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha família e minhas amigas de infância, Luana e Amanda, por todo o apoio que recebi ao longo da minha jornada como estudante. Em especial, agradeço a minha mãe, Meri, e meu padrasto, Zeno; por todo o amor, segurança e suporte. Agradeço imensamente ao meu noivo, Matheus, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e desafiadores, por ajudar a me manter focada e por ser o motivo da minha inspiração.

Agradeço ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Antonio Cezar Bornia, por acreditar em mim, e prover todo o suporte necessário para que eu conseguisse concluir esta monografia.

Agradeço aos amigos Flávio, Gabriel, Mayara, Sofia e Tallyta; por serem meus parceiros dentro e fora da sala de aula.

Agradeço a Engenheira Jovita e ao Mestre Sebastião, por serem meus mentores, por dividirem seus conhecimentos comigo, e por me inspirarem a ser uma profissional melhor a cada dia.

Agradeço também a toda a equipe do canteiro de obra, por toda sua paciência e pela parceria diária, o conhecimento que adquiri através deles tem valor inestimável e só fez o meu amor pela engenharia crescer.

Por fim, e não menos importante, agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, por ter sido minha segunda casa por tantos anos; agradeço ao Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, e a todos os professores que tive ao longo do curso, por terem contribuído com a minha formação profissional e com o meu desenvolvimento pessoal.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo, no qual realiza-se uma análise a respeito dos fatores de atraso na fase de execução da alvenaria estrutural, em uma obra de um condomínio residencial. Com o intuito de prover uma fundamentação teórica a respeito do assunto, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica sobre o método construtivo em si e contextos análogos. Pela facilidade de acesso às informações e o contato com os profissionais atuantes no local, optou-se por realizar entrevistas com as pessoas envolvidas no processo de execução da alvenaria estrutural. Como complemento, realizou-se o levantamento de todas as atividades estudadas através de um mapeamento de processos, com o intuito de facilitar a identificação de falhas no fluxo de atividades. Ademais, utilizaram-se diagramas de causa e efeito para sintetizar os resultados obtidos através das entrevistas e compararam-se as causas encontradas pelos artigos científicos selecionados durante a pesquisa bibliográfica. A análise final identifica que entre os principais fatores de atraso encontram-se falhas de gestão, falta de compatibilização entre os projetos e a grande dependência que a equipe de bloqueiros tem de tarefas realizadas por outras equipes. O cenário encontrado por meio deste estudo assemelha-se de diversas formas com os explorados nos artigos científicos, revelando que os fatores de atraso do estudo de caso são comuns mesmo em obras de diferentes locais e diferentes métodos construtivos.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural 1. Atrasos 2. Obras 3.

## ABSTRACT

This academic work aims to develop a study, in which an analysis is conducted regarding the delay factors in the execution phase of the structural masonry in a work of a residential condominium. In order to build a foundation about the subject, a bibliographic research was developed about the constructive method itself, and about scientific articles that explored analogous contexts. Due to the ease of access to information and contact with the professionals working there, it was decided to interview the people involved in the process of structural masonry execution. As a complement, a survey of all activities studied was carried out through a process mapping, with the intention of facilitating the identification of flaws in the flow of activities. Furthermore, cause and effect diagrams were used to synthesize the results obtained through the interviews and the obtained root causes were compared to the causes found in the scientific articles selected during a bibliographic research. The final analysis identified that the main delay factors are management failures, lack of project compatibilization and the dependency the blocklayers have towards activities performed by other teams. The scenario identified through this study resembles in several ways those explored in the scientific articles, revealing that the case study delay factors are common, even in construction sites from different places and different construction methods.

**Keywords:** Structural masonry 1. Delays 2. Construction works 3.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Paginação de parede.....	26
Figura 2 - Variação da superfície de apoio da alvenaria .....	28
Figura 3 - Grauteamento vertical.....	29
Figura 4 - Exemplo de proteção de periferia .....	31
Figura 5 - Relação entre custo e duração de projetos .....	33
Figura 6 - Exemplo de cronograma de Gantt .....	34
Figura 7 - Exemplo de mapeamento de processos com o <i>Bizagi</i> .....	47
Figura 8 - Diagrama de Ishikawa .....	48
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa esquemático .....	48
Figura 10 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa .....	49
Figura 11 - Fases do trabalho .....	52
Figura 12 - Organograma da empresa .....	56
Figura 13 - Croqui esquemático de um pavimento.....	58
Figura 14 - Cronograma previsto x Realizado.....	60
Figura 15 - Mapeamento do processo de execução da alvenaria estrutural .....	62
Figura 16 - Diagrama de causa e efeito com os fatores de atraso relacionados a equipe de engenharia.....	69
Figura 17 - Primeira fiada de blocos submersa em água da chuva.....	70
Figura 18 - Blocos de concreto expostos a intempéries .....	71
Figura 19 - Subsolo com nível de água da chuva acima das sapatas.....	71
Figura 20 - Diagrama de causa e efeito com fatores de atraso relacionados a equipe de alvenaria estrutural.....	72
Figura 21 - Discrepâncias nas características geométricas entre canaletas de concreto .....	75
Figura 22 - Bloco de concreto com 0,5cm a menos de espessura .....	76
Figura 23 - Desnível em laje.....	77
Figura 24 - Primeira fiada assentada com blocos cortados .....	77
Figura 25 - Bloqueiro cortando bloco de concreto .....	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Blocos estruturais de concreto.....	21
Quadro 2 - Tipos de amarração entre blocos estruturais .....	26
Quadro 3 - Exemplos de paginações .....	27
Quadro 4 - Informações necessárias em projetos executivos em Alvenaria Estrutural.....	30
Quadro 5 - Sete condições de atraso, segundo Koskela, apud Cruz Santos e Mendes (2018)	35
Quadro 6 - Questionário de causas de variabilidade .....	36
Quadro 7 - <i>Ranking</i> dos principais fatores de atraso em alvenaria estrutural na região de Grande Aracaju, SE.....	37
Quadro 8 - Categorias de fatores de atraso e seus respectivos exemplos.....	38
Quadro 9 - Dez principais fatores de atraso .....	39
Quadro 10 - Causas de atrasos em obras .....	40
Quadro 11 - Fatores de atraso em obras .....	41
Quadro 12 - Síntese do fatores de atraso apresentados pelos artigos científicos .....	44
Quadro 13 - Elementos de BPMN .....	46
Quadro 14 - Distribuição de frente de serviço das empresas de mão de obra em alvenaria estrutural.....	59
Quadro 15 - Descrição das etapas do mapeamento de processos.....	63
Quadro 16 - Resultado das entrevistas .....	66

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Comparação da quantidade de amarrações diretas e indiretas .....	69
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

BPMN Gerenciamento de Processos de Negócios e Notações

TJDFT Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	15
1.2	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA .....	16
1.3	OBJETIVOS .....	17
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>17</b>
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	17
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	18
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1	ALVENARIA ESTRUTURAL .....	19
<b>2.1.1</b>	<b>Componentes .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Elementos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Projetos em alvenaria estrutural.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Execução de alvenaria estrutural.....</b>	<b>27</b>
2.2	CRONOGRAMA E ATRASO EM OBRAS.....	32
<b>2.2.1</b>	<b>Cronograma de obras.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Atraso em obras .....</b>	<b>34</b>
2.3	FERRAMENTAS DE ANÁLISE .....	44
<b>2.3.1</b>	<b>Mapeamento de processos.....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Diagrama de Causa e Efeito .....</b>	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>50</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	50
3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....	52
<b>3.2.1</b>	<b>Pesquisa bibliográfica.....</b>	<b>53</b>

3.2.2	<b>Seleção do estudo de caso .....</b>	<b>53</b>
3.2.3	<b>Levantamento dos fatores de atraso .....</b>	<b>54</b>
3.2.4	<b>Análise dos fatores de atraso .....</b>	<b>54</b>
4	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>54</b>
4.1	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA.....</b>	<b>54</b>
4.1.1	<b>Descrição da Obra .....</b>	<b>54</b>
4.1.2	<b>Identificação dos atrasos no cronograma .....</b>	<b>56</b>
4.1.3	<b>Mapeamento do processo de execução de alvenaria estrutural na obra .....</b>	<b>61</b>
4.2	<b>ANÁLISE .....</b>	<b>65</b>
4.2.1	<b>Realização das entrevistas.....</b>	<b>66</b>
4.2.2	<b>Resultado das entrevistas .....</b>	<b>66</b>
4.2.2.1	<i>Fatores de atraso relacionados à equipe técnica de engenharia.....</i>	<i>68</i>
4.2.2.2	<i>Fatores de atraso relacionados à equipe operacional .....</i>	<i>72</i>
4.3	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>78</b>
5	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>81</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Inicialmente, são comentadas as razões para realização desta monografia, destacando o contexto no qual ela se encontra inserida, bem como seus objetivos e suas limitações.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A alvenaria estrutural é um dos métodos construtivos mais antigos empregados pelo homem. No Brasil, os primeiros prédios em alvenaria estrutural foram construídos na década de 1960, e, desde então, o método vem se desenvolvendo, sendo hoje um dos sistemas mais utilizados no mercado da construção civil, pois tem seu custo reduzido e é executado em menos tempo quando comparado aos métodos convencionais de construção (BORDIN, 2010).

De acordo com Lima (2017), a alvenaria estrutural é uma ótima alternativa para ser aplicada em construções de obras residenciais como sobrados, prédios até quinze pavimentos e condomínios onde as plantas arquitetônicas são padronizadas e repetidas diversas vezes, pois este sistema pode gerar uma economia de até 30% na obra.

Essas vantagens fazem com que a alvenaria estrutural seja amplamente utilizada por construtoras que investem na execução de empreendimentos residenciais multifamiliares em parcerias com linhas de crédito como o Casa Verde e Amarela, da Caixa Econômica Federal. Segundo Castro (2022), o investimento neste programa é uma alternativa de negócio muito lucrativa para construtoras e incorporadoras de todos os portes.

De acordo com Alves (2022), os dados do Ministério de Desenvolvimento Regional apontam que apenas no ano de 2021, o programa Casa Verde e Amarela foi responsável por entregar 384 mil imóveis. Tal dado mostra o quanto há demanda por parte da população brasileira por aquisição de casas próprias.

Com o objetivo de acompanhar essa tendência, construtoras de todo o país investem neste tipo de incorporação de imóveis pois sabe-se que há muitos clientes disponíveis no mercado imobiliário.

## 1.2 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

De acordo com Elleres, Santana e Maués (2016), o crescente investimento em projetos de habitações de interesse social gerou uma intensa competição no mercado da construção civil, fazendo com que a produtividade desempenhada nos canteiros de obra seja muito importante para que haja viabilidade econômica para a construção de empreendimentos.

Segundo Santos (2012), métodos construtivos como a alvenaria estrutural permitem que as construtoras implementem sistemas muito semelhantes às linhas de montagem dentro dos canteiros de obra.

Porém, de acordo com Kalil, Leggerini e Bonacheski (2007) ainda há inexperiência por parte dos profissionais envolvidos em todos os níveis do processo construtivo da alvenaria estrutural, dificultando o alcance de suas vantagens, causando patologias e gerando atrasos.

Este fato contraditório de ainda haver improdutividade em um sistema passível de industrialização, não impede que a utilização da alvenaria estrutural seja incentivada, pois este sistema continua sendo vantajoso em comparação aos métodos construtivos tradicionais, como a construção através de estruturas de concreto armado (KALIL; LEGGERIN; BONACHESKI, 2007).

No entanto, o menor custo a ser investido não deve ser a única observação a ser feita neste contexto. Caso a improdutividade da obra gere atrasos superiores a seis meses em relação a data prevista de entrega do empreendimento, as construtoras ficam sujeitas a aplicação da Lei 13.786/18, conhecida como Lei do Distrato. Sob a aplicação desta lei, após o período de seis meses, fica a critério dos compradores dos imóveis requisitar o distrato dos contratos e a aplicar multas à construtora (TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS, 2020).

Diante destas informações é evidente que ao constatar quaisquer tipos de atraso em obras de alvenaria estrutural, deve-se realizar uma avaliação para identificar o que está havendo, justamente para romper a contradição exposta por Kalil, Leggerini e Bonacheski (2007).

A autora desta monografia trabalhava em uma construtora que atua na execução de obras de condomínios residenciais comercializados através de linhas de financiamento em parceria com a Caixa Econômica Federal.

Mesmo utilizando-se de alvenaria estrutural, que conforme mencionado anteriormente é um sistema de execução sabidamente mais ágil, a construtora em questão constatou que estava tendo atrasos nas tarefas executadas em canteiro de obra.

Para evitar o risco de propagar atrasos para futuras etapas da obra, e por consequência evitar o atraso da entrega do empreendimento, decidiu-se estudar o que estava havendo com a fase de execução da alvenaria estrutural para identificar quais fatores estavam ocasionando tais divergências de cronograma.

### 1.3 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos desta monografia.

#### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar os principais fatores de atraso em uma obra de um condomínio residencial, na fase de execução da alvenaria estrutural.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar possíveis falhas no fluxo de atividades pertencentes a execução da alvenaria estrutural;
- b) Coletar *feedback* de melhorias sob a ótica de quem está em algum grau envolvido com as atividades relacionadas a execução da alvenaria estrutural;
- c) Sintetizar observações levantadas através da identificação de falhas no fluxo de atividades e da coleta de *feedback*, comparando-os com artigos científicos publicados sobre temas análogos, com o intuito de identificar em quais aspectos se assemelham.

### 1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia foi elaborada baseando-se na execução de uma obra onde a autora trabalhava de dezembro de 2020 a novembro de 2021 como estagiária, e posteriormente, como auxiliar de engenharia. O desenvolvimento deste trabalho delimita-se até o mês de julho de

2022, mês em que a autora saiu da empresa. Sendo assim, todas as observações realizadas limitaram-se a este período citado.

A obra estudada é a construção de um condomínio residencial, assim sendo, o estudo de caso não deve servir de base para conclusões sobre empreendimentos de outras finalidades que não a de uso residencial. Ademais, o foco na análise deste trabalho está sobre uma etapa específica da construção: a estrutura. Portanto, o trabalho não engloba as demais etapas da obra.

Não é objetivo deste trabalho apontar fatores que sempre irão gerar atrasos em obras na fase de alvenaria estrutural, pois cada empreendimento possui suas particularidades. Logo, a monografia restringe-se a levantar uma discussão sobre os fatores de atraso que se destacam no cenário específico analisado.

Por fim, esta monografia se enquadra na área de Engenharia da Qualidade, na subdivisão de Planejamento e Controle da Qualidade; e na área de Engenharia Organizacional, sob a subdivisão de Gestão do Desempenho Organizacional, segundo a classificação das Áreas e Subáreas da Engenharia de Produção da ABEPRO.

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco capítulos: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia, Desenvolvimento e Conclusão.

O primeiro capítulo é a introdução, onde se discorre a respeito da contextualização, dos objetivos e sobre as delimitações do trabalho.

Posteriormente apresenta-se o segundo capítulo, composto pela revisão bibliográfica, no qual trata-se sobre todos os conceitos teóricos necessários para a compreensão do desenvolvimento do estudo de caso.

O terceiro capítulo é responsável por abordar qual metodologia melhor se enquadra para a elaboração deste trabalho.

No quarto capítulo, apresenta-se o desenvolvimento do estudo de caso, por meio da apresentação da empresa estudada, da pesquisa participante realizada e a discussão dos resultados encontrados.

Por fim, o quinto capítulo do trabalho é composto pela conclusão, onde discorre-se sobre pontos constatados ao longo do desenvolvimento das pesquisas e a respeito de recomendações em caso de implementação de melhorias em cenários semelhantes ao estudado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico é iniciado discorrendo-se sobre as características conceituais e executivas da alvenaria estrutural, bem como a contextualização da importância da obediência ao cronograma de obras. Por fim, conceitua-se importantes ferramentas da engenharia de produção utilizadas para mapear e analisar processos, e meios de identificar causas de eventuais problemas

### 2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos portantes capazes de resistir a outras cargas além de seu próprio peso (PRUDÊNCIO JR; DE OLIVEIR; BEDIN, 2002). Sob o ponto de vista técnico, Ramalho e Corrêa (2003) sintetizam o conceito estrutural desse tipo de alvenaria como um método construtivo em que as transmissões de ações ocorrem principalmente através de tensões de compressão.

Ao comparar-se a alvenaria estrutural com o método convencional de construção, Manzione (2004) destaca que a própria alvenaria estrutural cumpre o papel de estrutura e de vedação, ao contrário dos meios convencionais, que dependem de vigas e pilares de concreto armado para a estrutura e de construções adicionais, como paredes de tijolos cerâmicos, para a vedação. Como complemento, Cavalheiro (2009) acrescenta que a alvenaria estrutural apresenta melhoria acústica, como consequência dos materiais empregados, já que são mais resistentes.

Quanto ao dimensionamento através de cálculos estruturais, Mohamad, Machado e Jantsch (2017) explicam que o uso da alvenaria estrutural permite a obtenção de edifícios com segurança semelhante à de estruturas reticuladas de concreto armado. No entanto, como observado por Manzione (2004), é importante ressaltar que o emprego da alvenaria estrutural como método construtivo possui algumas limitações:

- Não suportam grandes vãos livres, pois quanto maior o vão, maior o aumento de carga nas paredes;
- Impossibilidade de eliminação de paredes, pois são as próprias paredes que compõem a estrutura da edificação;

- Mantém-se economicamente viável apenas quando aplicada em edificações de até 15 pavimentos; a partir disso, recomenda-se efetuar estudos comparativos com estruturas alternativas.

Mesmo com suas limitações, é possível optar pelo uso da alvenaria estrutural com segurança, desde que se realizem os projetos estruturais das edificações em alvenaria estrutural seguindo os cálculos e orientações regulamentados por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 16868, atualizada no ano de 2020.

A NBR 16868:2020 é dividida em três partes: Projeto, Execução e Controle, e Métodos de Ensaio; onde, a cada unidade, são apresentados requisitos, especificações e propriedades que devem ser observadas e seguidas em cada uma dessas três etapas. Dentro da NBR 16868-1:2020, se estabelecem algumas terminologias que são essenciais para a compreensão dos principais conceitos que norteiam a alvenaria estrutural e, para introduzi-los, é importante definir os significados de componente e elemento.

### **2.1.1 Componentes**

Componente é a menor parte constituinte dos elementos da estrutura (ABNT 16868-1:2020), e tem-se como exemplos de componentes: bloco, junta de argamassa, graute e armadura.

Para um melhor entendimento da alvenaria estrutural, é necessário se aprofundar nas definições destes componentes:

- Bloco:

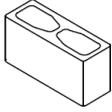
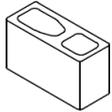
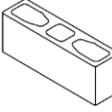
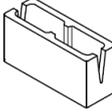
De acordo com a NBR 16868-1:2020, o bloco é um componente básico da alvenaria e deve ter altura igual ou maior a 15 cm. Quanto ao material dos componentes, Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que, no Brasil, as unidades mais utilizadas para edificações de alvenaria estrutural são, em ordem decrescente de utilização: unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico calcárias.

Por fim, é importante detalhar também as características dimensionais dos blocos. Como escrito por Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002), os fabricantes procuram disponibilizar aos seus clientes o maior número possível de tipos de blocos para melhor atender

todas as necessidades dos projetistas estruturais. E essas tipologias são subdivididas em diferentes conjuntos, constituindo o que se denomina famílias de blocos.

Existem diferentes famílias de blocos, que são caracterizadas por suas dimensões, no Quadro 1, exemplifica-se como é composta a família 14 x 19 x 39 cm em blocos de concreto:

Quadro 1 - Blocos estruturais de concreto

Tipo de Bloco		L (cm)	H (cm)	C (cm)
Bloco 14 x 19 x 39		14,0	19,0	39,0
Bloco 14 x 19 x 34		14,0	19,0	34,0
Bloco 14 x 19 x 54		14,0	19,0	54,0
Bloco 14 x 19 x 24		14,0	19,0	24,0
Bloco 14 x 19 x 19		14,0	19,0	19,0
Bloco Compensador 14 x 19 x 9		14,0	19,0	9,0
Bloco Compensador 14 x 19 x 4		14,0	19,0	4,0
Bloco Calha/Canaleta 14 x 19 x 39		14,0	19,0	39,0

Fonte: Própria autora, adaptado de Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002)

- Junta de argamassa:

Segundo Cavalheiro (2009), junta de argamassa é a lâmina de argamassa endurecida, intercalada e aderente aos blocos de alvenaria, que garante a monoliticidade do conjunto. Ramalho e Corrêa (2003) acrescentam que as juntas de argamassa contribuem na transmissão de tensões entre as unidades de alvenaria, absorvendo pequenas deformações.

Comumente composta por areia, cimento, cal e água, a argamassa deve apresentar boas qualidades em relação aos aspectos de trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade para o bom desempenho de suas funções (RAMALHO; CORRÊA, 2003). Sua produção pode ser feita em canteiro de obras, ou, como recomenda Manzione (2004), é preferível a utilização de argamassas industrializadas.

- Graute:

Graute é um material cimentício fluido, utilizado para preencher espaços vazios nos blocos de alvenaria estrutural, sob o propósito de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar a capacidade resistente dos elementos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020). Ramalho e Corrêa (2003) explicam que esse aumento de capacidade ocorre através da ampliação da resistência da alvenaria à compressão e, também, permite que as armaduras inseridas nos pontos de graute resistam a tensões de tração que a alvenaria por si só não seria capaz de resistir.

Quanto aos materiais que o compõe, a produção do graute é feita com os mesmos ingredientes usados no concreto convencional, onde a única diferença é a sua elevada fluidez (PRUDÊNCIO JR; DE OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

- Armaduras:

Na alvenaria estrutural, as armaduras comportam-se de maneira semelhante a quando são utilizadas nas estruturas convencionais de concreto armado, ou seja, são compostas por barras de aço, e são utilizadas com a função de combater os esforços de tração.

Ramalho e Corrêa (2003) lembram que as armaduras devem estar sempre envolvidas por graute, para garantir o trabalho conjunto com o restante dos componentes da alvenaria. Segundo o mesmo autor, a única exceção seria quando as armaduras são utilizadas como

elementos de amarração entre paredes, os chamados grampos. Nestas situações, a armadura fica envolta pela própria junta de argamassa de assentamento dos blocos.

Uma vez definido o conceito de armadura, facilita-se a compreensão dos significados dos diferentes tipos de alvenaria estrutural definidos por Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002) listados a seguir:

- Alvenaria Não Armada: Alvenaria construída com blocos e assentados com argamassa, podendo ter armaduras com finalidade de amarração, ou seja, grampos, mas que não são consideradas como colaboradoras na absorção dos esforços calculados;
- Alvenaria Armada: A alvenaria armada possui suas cavidades preenchidas continuamente com graute, que por sua vez, envolvem armaduras que foram dimensionadas para absorver os esforços calculados;
- Alvenaria Parcialmente Armada: É a alvenaria composta por algumas paredes construídas segundo as instruções da alvenaria armada, e as restantes de acordo com preceitos da alvenaria estrutural não armada.

### **2.1.2 Elementos**

De acordo com a ABNT NBR 16868-1:2020, o elemento é conceituado por parte da estrutura suficientemente elaborada, constituída por dois ou mais componentes. Cavalheiro (2009) simplifica este conceito de elemento como sendo partes da obra elaboradas com os componentes da alvenaria.

A seguir, são apresentados os conceitos de exemplos de elementos necessários para a compreensão das informações que serão posteriormente abordadas neste trabalho:

- Parede resistente: toda parede que é dimensionada para resistir cargas além do seu peso próprio, também chamada de parede estrutural ou portante (CAVALHEIRO, 2009);
- Verga: viga alojada sobre abertura de porta ou janela, com a função de transmitir cargas para os apoios adjacentes à abertura (ABNT NBR 16868-1:2020);
- Contraverga: elemento estrutural armado colocado sob o vão da abertura, com a função de prevenir fissuras em seus cantos (ABNT NBR 16868-1:2020);

- Cinta de amarração: elemento construtivo estrutural apoiado continuamente sobre as paredes, com a função de transmitir cargas às paredes resistentes e de amarração dos componentes no topo da parede (CAVALHEIRO, 2009);

Uma vez explicados os significados de componentes e de elementos, é possível compreender como estes conceitos se contextualizam dentro das boas práticas de projeto e de execução da alvenaria estrutural.

### **2.1.3 Projetos em alvenaria estrutural**

Ao optar-se por construir uma edificação em alvenaria estrutural, deve-se levar em consideração que muitas decisões devem ser adaptadas em etapas muitas vezes antecipadas, quando comparado ao método construtivo de alvenaria convencional.

Segundo Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002), os projetos arquitetônicos, estruturais e complementares devem ser desenvolvidos em conjunto, para a delimitação de todos os projetos construtivos. Rauber (2005) complementa ressaltando a necessidade de as paredes, em construções de múltiplos pavimentos, apoiarem-se umas sobre as outras ao longo dos diferentes andares, uma vez que a arquitetura e a estrutura da edificação são inter-relacionadas.

O autor supracitado salienta também que ainda na fase de projeto, um dos aspectos mais relevantes é a definição do tipo de bloco que será utilizado, pois esta escolha afetará aspectos técnicos do projeto, e aspectos práticos, como a capacidade de fornecimento do bloco escolhido na região onde a obra será executada; o custo unitário deste material; suas propriedades e características; bem como a cultura construtiva da empresa que irá fornecer a mão-de-obra para a execução da edificação.

Outro grande delimitador dos projetos em alvenaria estrutural é a distribuição dos ambientes e a escolha de suas dimensões. Tais decisões devem ser muito bem planejadas, pois devem proporcionar um encaixe adequado da família de blocos estruturais escolhidos para a construção. Este encaixe dos blocos deve resultar em modulações e paginações que facilitem as amarrações entre os elementos. Os conceitos citados são elucidados a seguir:

- Modulação:

A modulação é um mecanismo primordial para que uma construção em alvenaria estrutural seja econômica e racional. Caso as dimensões da edificação não sejam moduladas e como os blocos não devem ser cortados, os enchimentos decorrentes implicariam em um custo maior e a uma racionalidade menor para a obra em questão (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De forma simplificada, modulação é a ordem em que os blocos estão distribuídos ao longo da parede, compondo combinações entre as opções de blocos de diferentes dimensões, de forma que se chegue à medida desejada de cômodos, circulações e aberturas previstos no projeto arquitetônico.

Segundo Manzione (2004), a utilização da coordenação modular garante o sucesso do projeto de alvenaria estrutural, e para isso, o mesmo autor acrescenta algumas recomendações, como evitar o uso excessivo de blocos compensadores, bem como evitar ao máximo amarrações de paredes com o uso de grampos.

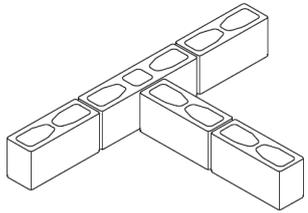
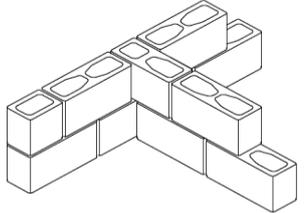
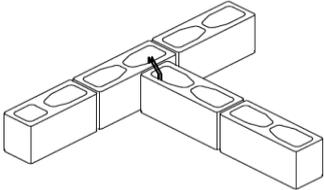
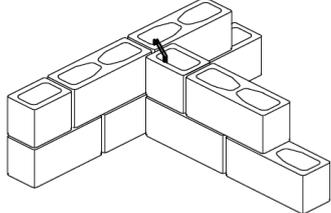
Segundo a ABNT NBR 16868-1:2020, esta última recomendação do autor supracitado significa optar por amarrações diretas, onde o padrão de ligação de paredes ocorre através do intertravamento entre os blocos.

Quando às amarrações com o uso de grampos, a ABNT NBR 16868-1:2020 as denomina de amarrações indiretas, e seu conceito formal dita que o seu padrão de ligação entre paredes ocorre ligando as interfaces em comum através de grampos, que devem ser ancorados por graute, ou por telas metálicas, que por sua vez, devem estar ancoradas em juntas de assentamento em argamassa. Ver Quadro 2.

- Paginações

Paginações são as representações em vista frontal (ou elevação) das modulações definidas em planta. A apresentação da paginação de cada parede permite compreender com mais facilidade a altura correta do pé direito dos pavimentos e como as fiadas de blocos se sobrepõem umas às outras.

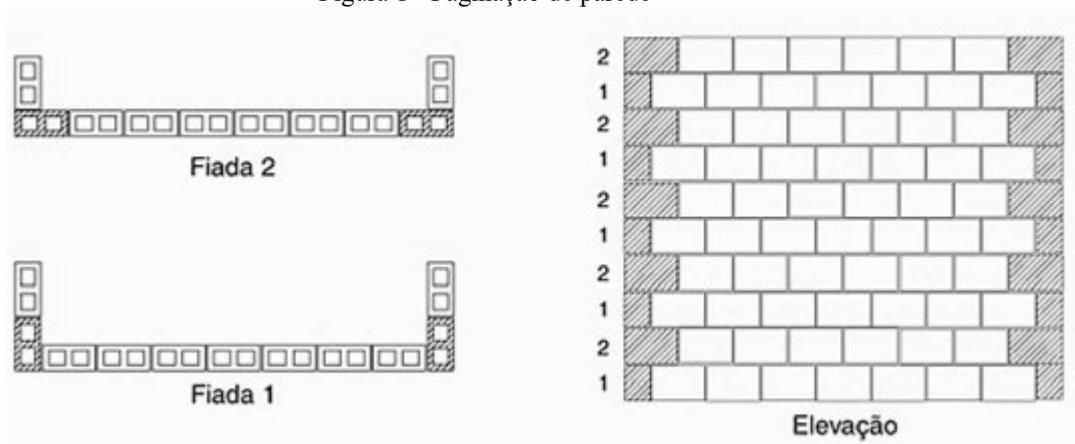
Quadro 2 - Tipos de amarração entre blocos estruturais

Tipo de Amarração	1ª Fiada	2ª Fiada
Direta (Com intertravamento de blocos)		
Indireta (Com Grampo)		

Fonte: Própria autora (2022)

Já as fiadas, nada mais são do que as camadas padrão das modulações. Em paredes simples, sem aberturas, intercala-se sucessivamente as modulações da primeira e segunda fiada, como apresentada na Figura 1 a seguir:

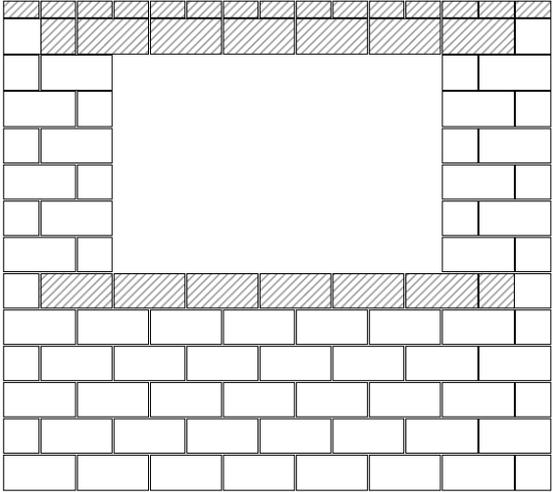
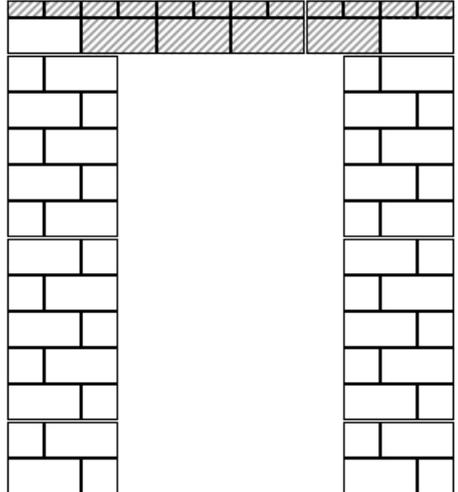
Figura 1 - Paginação de parede



Fonte: Manzione (2002)

Já em paredes com aberturas, as paginações permitem identificar outros detalhes construtivos além da disposição dos blocos nas fiadas, como por exemplo, os locais e os blocos necessários que compõem as vergas, contravergas e cintas de amarração. Ver Quadro 3.

Quadro 3 - Exemplos de paginações

Parede com cinta de amarração e janela com verga e contraverga:	Parede com cinta de amarração e porta com verga:
	

Fonte: Própria autora (2022)

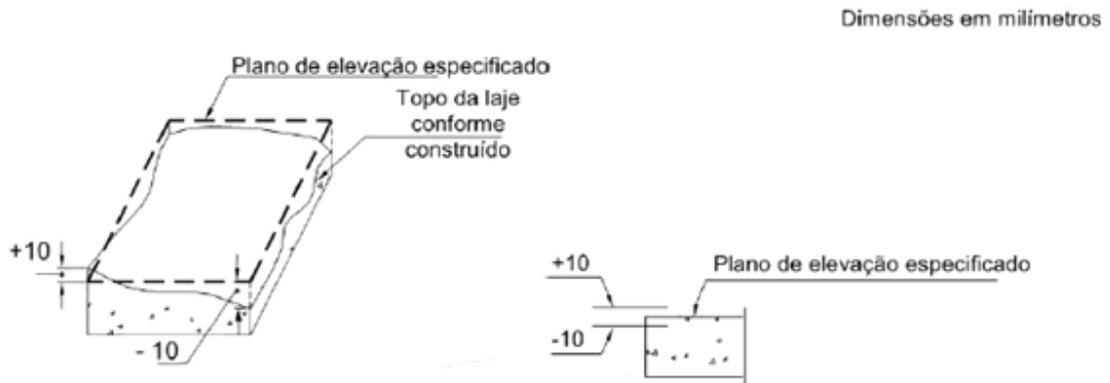
#### 2.1.4 Execução de alvenaria estrutural

Uma vez definidos os termos e características técnicas intrínsecos a parte teórica da Alvenaria Estrutural, é possível compreender com mais facilidade o detalhamento de seu processo construtivo em obra.

Segundo Manzione (2004), a execução da alvenaria estrutural está dividida em dois estágios: marcação e elevação.

- **Marcação:** É a etapa caracterizada por definir os pontos exatos de localização dos blocos da primeira fiada de alvenaria sobre a laje, e segundo a ABNT NBR 16868-2:2020, esta etapa é responsável por influenciar na precisão geométrica do conjunto de paredes que serão elevadas. Manzione (2004) destaca que um dos primeiros passos da marcação é a verificação da variação de nível da laje, e a norma supracitada complementa que esta diferença não pode ultrapassar 1 cm, conforme ilustrado na Figura 2:

Figura 2 - Variação da superfície de apoio da alvenaria



Fonte: ABNT NBR 16868-2:2020

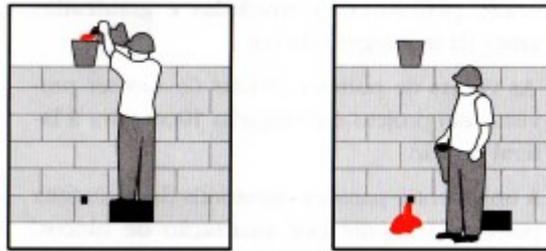
Segundo Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002), o passo posterior é a locação dos blocos que definem os alinhamentos das paredes. Os chamados blocos chave devem começar a ser assentados pelo ponto mais alto da laje, com uma junta de argamassa de espessura média de 1,0 cm de altura. Por se tratar da primeira fiada, a ABNT NBR 16868-2:2020 permite um intervalo de tolerância que vai de 0,5 cm a 2,0 cm.

Finaliza-se a marcação assentando os demais blocos, sempre seguindo os alinhamentos previstos em projeto e respeitando as tolerâncias de nivelamento da fiada e esquadro entre as paredes.

- Elevação: De acordo com Manzione (2004), esta é a etapa em que será construída a parede propriamente dita da alvenaria, ou seja, serão elevadas todas as fiadas restantes entre a marcação e o respaldo final da parede. É nessa fase em que se realiza o grauteamento dos elementos, como contravergas, vergas, cintas de amarração e pontos de graute.

Prudêncio Jr., de Oliveira e Bedin (2002) ressalta que em caso de grauteamentos verticais, como os localizados em pontos de amarração entre paredes, essa atividade é realizada em duas etapas: primeiramente, após a conclusão da sexta ou sétima fiada, e por fim, imediatamente antes do assentamento das canaletas da cinta de amarração. Essa divisão é proveniente de uma recomendação oriunda da NBR 16868-2:2020, em que cita que a altura máxima de lançamento do graute deve ser de 1,60 m.

Figura 3 - Grauteamento vertical



Fonte: Manzione, 2004

A Figura 3 acima ilustra outra exigência da norma supracitada, que é a necessidade da criação de aberturas na base dos pontos a serem grauteados, para que as cavidades dos pontos de graute possam ser limpas antes da realização dessa atividade.

Por fim, assim como na marcação, a elevação deve ser concluída respeitando os corretos alinhamentos, amarrações e tolerâncias de prumo e demais limites definidos em norma e pelo projeto.

Além da execução da alvenaria estrutural por si só, é necessário que os profissionais se atentem à execução de serviços complementares, como instalações hidrossanitárias e elétricas, pois tais especialidades já são incorporadas às paredes, sem que haja a necessidade de se fazer rasgos após a execução das mesmas (PRUDÊNCIO JR; DE OLIVEIRA; BEDIN, 2002). Por esse motivo, é de extrema importância a compatibilização entre projetos, para que quando se chegue na parte prática, a tarefa de quem constrói seja facilitada. O autor supracitado complementa afirmando que os projetos em alvenaria estrutural devem apresentar um nível de detalhamento que prescindir da experiência do mestre de obra para os interpretar.

Manzione (2004) sugere ainda que, para manuseio em canteiro de obras, os projetos devem ser adaptados em cadernos de produção em formato A3 ou A4, apresentando plantas da primeira e segunda fiada, constando todas as informações necessárias para a execução da alvenaria, como mostra o Quadro 4.

Para concluir a base teórica sobre o processo construtivo em Alvenaria Estrutural, também é necessário compreender como funciona a sua mão de obra. A equipe destinada a trabalhar na execução da alvenaria é composta por profissionais coloquialmente chamados de Bloqueiros, e por auxiliares que os acompanham para ajudar em tarefas de limpeza e organização

Quadro 4 - Informações necessárias em projetos executivos em Alvenaria Estrutural

<b>Informações mínimas para a planta da primeira fiada</b>	<b>Informações mínimas para os desenhos das elevações</b>
Eixos da locação com medidas acumuladas a partir da origem	Indicação da posição de todos os blocos
Eixos da locação com medidas acumuladas até a face dos blocos	Identificação com cores diferentes dos blocos especiais dos compensadores
Dimensões internas dos ambientes com medidas sem acabamentos	Representação colorida das tubulações elétricas e caixinhas
Indicação de elementos pré-fabricados	Representação de todos os pré-moldados leves (vergas, coxins, quadros, etc.)
Posicionamento de shafts e furação de lajes	Cotas dos vãos das portas e janelas
Representação diferente entre as paredes estruturais e as de vedação	Cotas dos níveis dos pavimentos e espessura das lajes
Numeração das paredes e indicação de suas vistas	Indicação dos pontos de graute com textura mais escura
Indicação dos pontos de graute	Indicação de barras de aço verticais e horizontais
Medidas dos vãos das portas	Indicação das canaletas e vergas
Representação das cotas de forma direta evitando a obtenção de medidas por diferenças	Legenda e tabela com resumo de quantidades de blocos, aço, graute e pré-moldados

Fonte: Adaptado de Manzione (2004)

Ao comparar a alvenaria estrutural com estruturas de concreto armado, Cavalheiro (2009) afirma que esta última exige equipes bastante especializadas, como pedreiros, carpinteiros, eletricitas, encanadores e armadores, enquanto que na alvenaria estrutural este elenco pode ser mais reduzido, devido a simultaneidade das fases de execução.

O autor supracitado declara que este fator de simultaneidade propicia a polivalência dos operários através de fácil treinamento. Sendo assim, se forem devidamente treinados, os próprios bloqueiros podem, enquanto executam a alvenaria, colocar as ferragens em elementos que serão armados, passar eletrodutos nos vazados dos blocos e poderiam até deixar instaladas peças pré-moldadas, caso existam no projeto.

Por fim, é de extrema importância garantir a segurança dos profissionais responsáveis por executar a alvenaria estrutural em canteiro de obra. Para que a execução da alvenaria ocorra sem riscos, deve-se prever a necessidade de fornecer equipamentos de proteção coletiva, como proteções de periferia. Tal tipo de estrutura permite que os funcionários façam a marcação e a segunda etapa da elevação sem correr risco de queda. Ver Figura 4.

Figura 4 - Exemplo de proteção de periferia



Fonte: ABCP, [2020 ?]

Como recomendação final de boas práticas de execução de alvenaria estrutural, é importante salientar que paredes deste tipo de estrutura não devem ficar expostas a chuvas. Sabbatini (2003) evidencia que o assentamento da alvenaria não pode ser feito sob chuva, e destaca que alvenaria de bloco de concreto especificamente não pode ser molhada durante essa fase. O autor supracitado explica que a presença de água nos blocos pode causar fissuras de retração e posteriormente até eflorescências. Segundo a ABCP ([2020 ?]), durante sua execução, as paredes devem ser protegidas contra a entrada de água da chuva nos furos dos blocos.

Da mesma forma, o armazenamento dos blocos em canteiro de obras deve ser protegido da chuva e de outros agentes que possam prejudicar o desempenho da alvenaria (ABNT NBR 1668-2:2020). A norma supracitada afirma ainda que este armazenamento dos blocos deve ser feito sobre lajes ou sobre o solo, desde que seja evitada a contaminação direta ou indireta dos componentes por capilaridade da água.

## 2.2 CRONOGRAMA E ATRASO EM OBRAS

Um dos fatores determinantes para a identificação do sucesso de um empreendimento está no cumprimento do seu cronograma de execução. A ocorrência de atrasos para a entrega de obras é algo que pode acarretar em danos financeiros para a construtora em imprevistos para seus clientes.

Nos itens 2.2.1, é explicado o conceito de cronograma de obra e no item 2.2.2 apresenta-se uma pesquisa bibliográfica sobre atrasos em obras, onde três artigos sobre este assunto são sintetizados para esclarecer quais foram os principais fatores encontrados que ocasionam atrasos dentro da construção civil.

### 2.2.1 Cronograma de obras

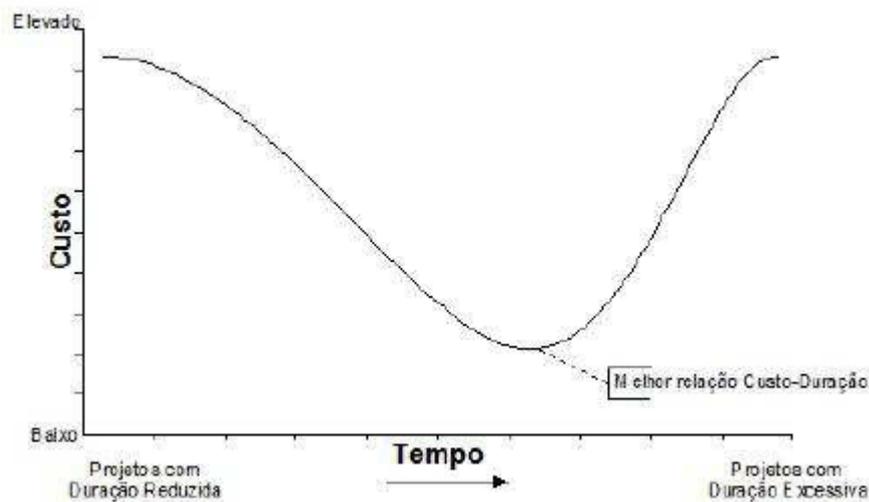
Ao planejar-se uma obra, o gestor necessita adquirir um alto grau de conhecimento do empreendimento, de forma a se aprofundar em como se relacionam as diversas facetas que o permeiam, desde a definição de metas, detecção de situações desfavoráveis, identificação dos limites de orçamento, entre outros fatores.

De acordo com Mattos (2010), é dentro do planejamento do empreendimento que se deve elaborar o cronograma da obra, de forma que ele reflita todas as premissas avaliadas pelo gestor, englobando importantes questões como programação de atividades no canteiro de obras, instrução das equipes, realização de pedidos de compras, aluguel de equipamentos, contratação de profissionais, inspeção do progresso das atividades, monitoramento de atrasos de atividades, replanejamento da obra e realização de reuniões.

A não observação de cada um desses itens pode induzir a empresa a cometer falhas de execução na obra devido à falta de recursos ou de tempo. Para Vargas (2009) a relação ilustrada na Figura 5 entre o custo e a duração dos projetos é a análise mais importante a ser realizada.

Projetos realizados em um prazo reduzido têm seu custo elevado devido à recursos necessários para suprir a falta de tempo, como a contratação de mais funcionários e pagamento de horas extras. E quando o tempo destinado ao projeto é adequado, ele atinge seu ponto mais baixo (custo ótimo), após esse período, o custo volta a subir devido à ineficiência no projeto (VARGAS, 2009).

Figura 5 - Relação entre custo e duração de projetos



Fonte: Adaptado de Vargas, 2009.

Além de ser uma ferramenta que norteia a execução da obra, o cronograma também é um instrumento de verificação de desempenho do empreendimento. Construtoras que desejam executar obras através de linhas de financiamento fornecidas por bancos, têm como uma das exigências a apresentação do cronograma da obra.

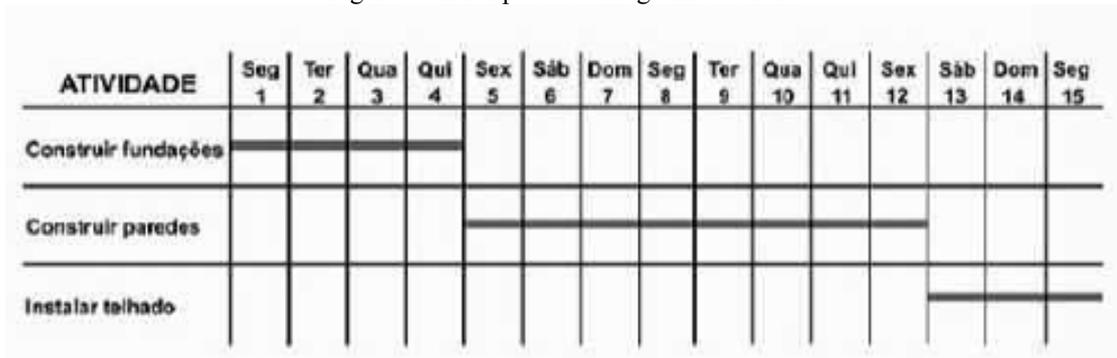
De acordo com a Caixa Econômica Federal (2022), empresas que objetivam construir através de suas linhas de crédito devem apresentar o projeto do empreendimento para análise do banco, e uma vez aprovada a sua viabilidade econômico-financeira, a construtora passa a receber o recurso financiado mensalmente, de acordo com o cumprimento dos serviços realizados informados em seu cronograma de obra para o respectivo período.

Assim sendo, é notável a importância de um bom planejamento, pois um cronograma mal elaborado, além de atrasos, pode também gerar prejuízos à construtora, por reduzir o recebimento de seus recursos financeiros.

Com o intuito de tornar o cronograma mais palpável para que seja de fato cumprido, é interessante que este esteja presente no canteiro de obra e que esteja de fácil acesso aos profissionais responsáveis pelo gerenciamento das atividades. Uma das formas de representá-lo é através do Diagrama de Gantt (Figura 6).

Segundo Mattos (2010), o Diagrama de Gantt é uma importante ferramenta de controle por ser de fácil entendimento, pois apresenta de maneira simples a posição relativa das atividades ao longo do tempo.

Figura 6 - Exemplo de cronograma de Gantt



Fonte: Adaptado de Mattos (2010).

### 2.2.2 Atraso em obras

Segundo Cruz, Santos e Mendes (2018), os atrasos na construção civil podem ser classificados em três classes de variabilidade diferentes:

- Variabilidade de tempo de processamento;
- Variabilidade de fluxo;
- Variabilidade geométrica.

Entende-se que a variabilidade de tempo se refere ao tempo necessário para realizar uma tarefa em uma estação de trabalho (KOSKELA; apud CRUZ e col., 2018, p. 4).

Já a variabilidade de fluxo é definida por Santos, Formoso e Tookey (apud CRUZ; SANTOS; MENDES, 2018, p. 4), como aquela que ocorre como consequência do atraso de um serviço de outra estação de trabalho, afetando outros serviços que estão na sequência.

Por fim, a variabilidade geométrica nada mais é do que alguma variabilidade dimensional, que segundo Koskela, conforme citado por Cruz, Santos e Mendes (2018), pode gerar variabilidade de tempo de processamento, pois ocasiona retrabalhos.

Para esclarecer como essas variabilidades ocorrem na prática, o autor supracitado usa de base a teoria de que as tarefas na construção civil possuem uma sequência que são resultado de sete condições, que podem ser verificadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Sete condições de atraso, segundo Koskela, apud Cruz Santos e Mendes (2018)

Nº	Condições	Exemplos:
1	Projetos	Falta de projetos ou falha de detalhes
2	Materiais e componentes	Erros em peças no momento da execução
3	Mão de obra	A produtividade do trabalho manual é variável
4	Equipamentos	Pode haver falhas em equipamentos de apoio ao serviço
5	Espaço	Pode faltar espaço
6	Serviços interdependentes	Há serviços que dependem de tarefas anteriores
7	Condições externas	Condições externas podem atrapalhar o andamento do serviço (chuva, vento e temperaturas extremas)

Fonte: Cruz Santos e Mendes (2018)

Como base para a sua pesquisa, Cruz, Santos e Mendes (2018) utilizaram-se das sete condições de atrasos citadas no Quadro 5 e, juntamente com a adição de uma categoria relacionada a fluxo de informações, montaram um questionário de causas de variabilidade de duração de tarefas na construção civil, apresentado no Quadro 6.

Os autores supracitados aplicaram o questionário em nove obras na região de Grande Aracaju, SE, e dentre estas obras três eram em alvenaria estrutural. Nesta obra em questão, 33 profissionais foram entrevistados, e entre eles haviam engenheiros, mestres de obra e operários.

O resultado da pesquisa pode ser verificado no Quadro 7, onde os autores divulgaram as oito principais causas de atraso.

Quadro 6 - Questionário de causas de variabilidade

Grupo	Causa
1. Pré-requisitos do trabalho	1 Obtenção de autorizações para iniciar o trabalho
	2 Conclusão dos trabalhos prévios (trabalho anterior que ainda não foi realizado)
	3 Retrabalho exigido devido à qualidade do trabalho anterior
	4 Baixa qualidade do trabalho anterior (nível que ainda não requer retrabalho)
	5 Inspeções de trabalhos previamente concluídos
2. Detalhamento do projeto e método de trabalho	6 Construtibilidade do projeto
	7 Qualidade dos documentos (erros no projeto e/ou desenhos)
	8 Requisitos de controle de qualidade
	9 Complexidade do trabalho
	10 Planejamento da sequência ou método do trabalho
	11 Baixo grau de repetição (incapacidade de desenvolver um sistema eficiente devido a atividades em constante mudança)
3. Mão de obra	12 Socialização (conversas com colegas de trabalho)
	13 Absentismo (faltas)
	14 Pessoas que chegam tarde e/ou saem mais cedo por causa de doença, acidente ou motivo pessoal
	15 Baixa disposição e/ou falta de motivação
	16 Falta de habilidade dos trabalhadores/equipes na execução de tarefas que foram pedidas a eles
4. Ferramentas e equipamentos	17 Confiabilidade de equipamentos ou ferramentas
	18 Disponibilidade de equipamento ou ferramentas
	19 Capacidade (produtividade) de equipamentos e ferramentas
5. Materiais e componentes	20 Falhas no recebimento dos materiais (quantidade ou tipo incorreto)
	21 Tentativa de solicitação de materiais para serem utilizados
	22 Recebimento de materiais para a atividade mais tarde do que o programado / esperado
6. Condições de trabalho e do local de trabalho	23 Área de trabalho superlotada ou desordenada/canteiro de obras congestionado
	24 <i>Layout</i> do local de trabalho: distância excessiva entre o local de armazenamento do material e o local de sua utilização
	25 Forma de transporte do material do local de armazenamento até o local de utilização
7. Gestão, supervisão e fluxo de informações	26 Espera para obter respostas sobre perguntas ou orientações sobre o projeto
	27 Pouco compromisso por causa de um cronograma de trabalho apertado
	28 Mudanças nas atividades causadas por alterações (do cliente, dono da obra)
	29 Comunicação entre engenheiro da obra e mestre/encarregado
8. Condições climáticas	30 Comunicação entre mestre/encarregado e operários
	31 Impactos climáticos (calor excessivo, frio, vento, chuva)

Fonte: Cruz, Santos e Mendes (2018)

Quadro 7 - *Ranking* dos principais fatores de atraso em alvenaria estrutural na região de Grande Aracaju, SE

<b>Ranking</b>	<b>Causa</b>	<b>Descrição</b>
1	22	Recebimento atrasado dos materiais
2	12	Socialização (conversas com colegas de trabalho)
3	15	Baixa disposição motivação
4	13	Absentismo (faltas)
5	2	Conclusão dos trabalhos prévios
6	31	Impactos climáticos
7	4	Baixa qualidade do trabalho anterior
8	16	Falta de habilidade do trabalhadores

Fonte: Adaptado de Cruz, Santos e Mendes (2018)

Pode-se observar que o fator que tomou o primeiro lugar na lista de resultados foi o atraso na entrega de materiais. Segundo Cruz, Santos e Mendes (2018) isso se deve ao fato de que obras em alvenaria estrutural costumam ser compostas por prédios espalhados em terrenos de grandes dimensões, e essa horizontalidade do canteiro dificulta a logística de movimentação de materiais. Além disso, é possível verificar que metade dos fatores destacados como resultado pertencem à categoria de mão de obra, indicando uma possível baixa disposição e comprometimento dos profissionais atuando nessa área.

Em outro artigo obtido através da pesquisa bibliográfica, De Filippi e Melhado (2015) foram mais a fundo e realizaram um grande estudo a respeito dos fatores de atraso na construção civil e, através de suas pesquisas, identificaram 100 causas de atrasos que se enquadram dentro das dez categorias diferentes citadas no Quadro 8, acompanhadas de exemplos.

Quadro 8 - Categorias de fatores de atraso e seus respectivos exemplos

Nº	Categorias	Exemplos
1	Escopo (contratos iniciais, negociação contratual ou viabilidade de projeto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indefinições de contrato ou escopo/negociações inconclusivas;</li> <li>- Penalidades de atrasos ineficientes;</li> </ul>
2	Empreendedor (ou proprietário, cliente, dono da obra)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demora da tomada de decisão pelo empreendedor;</li> <li>- Interferências do empreendedor ou proprietário nas operações;</li> </ul>
3	Consultores técnicos do empreendedor (arquiteto, projetista ou empresa gerenciadora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atraso na preparação ou aprovação de desenhos ou especificações pelo consultor;</li> <li>- Inexperiência do inspetor/atraso nas inspeções ou liberações;</li> </ul>
4	Projeto ou processo de projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhes pouco claros ou inadequados em desenhos;</li> <li>- Poucos projetos (projetos pobres ou inconsistentes);</li> </ul>
5	Contratado principal pela obra (construtora ou empreiteiro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento do projeto mal feito ou programações ineficazes;</li> <li>- Dificuldades financeiras do empreiteiro (limitações do fluxo de caixa);</li> </ul>
6	Materiais empregados na obra;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programação de entrega no canteiro muito ruim, malfeita ou tardia;</li> <li>- Qualidade dos materiais (ou uso de material impróprio para a obra);</li> </ul>
7	Mão de obra em geral no canteiro;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mão de obra não qualificada;</li> <li>- Falta de mecanismos de incentivo da mão de obra (motivação dos operários)</li> </ul>

8	Equipamentos;	- Falha de equipamentos; - Equipamento inadequado ou com baixa eficiência;
9	Construção (obra ou canteiro);	- Efeitos das condições do subsolo (solo, lençol freático alto, etc); - Trabalhos em conflito com utilidades existentes no canteiro;
10	Efeitos/questões externas ao canteiro de obras	- Tempo/condições meteorológicas (calor, chuva etc); - Estrutura organizacional inadequada entre todas as partes do projeto.

Fonte: De Filippi e Melhado (2015)

O resultado da pesquisa realizada pelos autores supracitados pode ser verificado no Quadro 9:

Quadro 9 - Dez principais fatores de atraso

Ranking	Freq.	Nota Média	Descrição das Causas de Atraso mais Frequentes	Grupo
1º	73%	5,2	- Planejamento do projeto malfeito ou programação de serviços ineficazes	5
2º	60%	4,3	- Dificuldades financeiras do empreiteiro (limitações de fluxo de caixa)	5
3º	53%	3,7	- Atraso nos pagamentos ou medições dos empreiteiros pelo proprietário	2
4º	53%	3,1	- Má gestão/supervisão (organização da equipe) no local de trabalho (canteiro)	5
5º	53%	2,8	- Alterações de escopo (contrato) pelo empreendedor durante a construção	2
6º	33%	1,8	- Demora na tomada de decisão pelo empreendedor	2
7º	27%	2,5	- Inexperiência do contratado (ou trabalho inadequado dele)	5
8º	27%	1,7	- Atraso na preparação/aprovação de desenhos ou especificações de projeto	3
9º	27%	1,5	- Atrasos nos trabalhos de subempreiteiros (terceiros)	5
10º	27%	1,3	- Mão de obra não qualificada	7

Fonte: De Filippi e Melhado (2015)

Como observado, metade dos fatores que compõem o ranking pertencem à categoria de “contratado principal pela obra”, que em outras palavras, trata-se da construtora ou do empreiteiro. De Filippi e Melhado (2015) acrescentam que em quase três quartos das pesquisas estudadas por eles, o exemplo de má elaboração de planejamento ou de uma programação de serviços que não condiz com a realidade da obra é um dos fatores mais frequentes citados nos artigos.

Já no artigo produzido por Carvalho *et al.* (2021), os autores realizam uma revisão sistemática de literatura, que resultou na seleção de cinquenta publicações, originárias de diferentes países, como Irã, Turquia, Egito, Estados Unidos, Índia, Malásia e Paquistão, entre os anos de 1995 e 2018, que abordavam o levantamento de diferentes causas de atrasos em obras nestes países.

O trabalho realizado por Carvalho *et al.* (2021) consistiu em aplicar uma análise de correlação entre as causas citadas por cada artigo científico pesquisado, pois assim poderiam agrupar as causas dentro de fatores em comum.

O resultado do levantamento das causas citadas por cada artigo foi sintetizado por Carvalho *et al.* (2021) e em uma curva ABC, e os itens que apresentaram maior frequência compuseram o grupo A, apresentados no Quadro 10:

Quadro 10 - Causas de atrasos em obras

<b>Itens</b>	<b>Causas de atraso</b>	<b>Curva ABC</b>
1	Atraso na entrega de materiais/ineficiência do setor de compras	A
2	Atraso na entrega de materiais pelos fornecedores	A
3	Retrabalhos devido a erros durante a execução	A
4	Atraso de pagamentos ao longo do projeto/dificuldade financeira do construtor	A
5	Baixo nível de produtividade do trabalho	A
6	Falta de comprometimento pela mão de obra	A
7	Entrega de projetos incompletos	A
8	Aumento de serviço (alteração de projetos)	A
9	Falta de materiais de construção	A
10	Condições climáticas (calor, chuva)	A

11	Atrasos para a conclusão de serviços pela mão de obra	A
12	Dificuldade para obter financiamento para o projeto	A

Fonte: Adaptado de Carvalho, Maués, *et al.* (2021)

Após a listagem das causas mais frequentes, Carvalho *et al.* (2021) interpretaram os resultados como pertencentes a quatro grupos de fatores:

- Fator I: Gestão da cadeia de suprimentos;
- Fator II: Gestão da mão-de-obra;
- Fator III: Gestão de projetos;
- Fator IV: Gerenciamento das condições climáticas.

Estes fatores englobariam as principais causas encontradas de acordo com o apresentado no Quadro 11:

Quadro 11 - Fatores de atraso em obras

<b>Fatores</b>	<b>Causas de atraso</b>
I	Atraso na entrega de materiais pelos fornecedores [2], falta de materiais de construção [9], atraso na entrega de materiais/ineficiência do setor de compras [1] e retrabalhos devido a erros durante a execução [3];
II	Baixo nível de produtividade do trabalho [5], atrasos para a conclusão de serviços pela mão de obra [11] e falta de comprometimento da mão de obra [6];
III	Entrega de projetos incompletos [7], Dificuldade para obter financiamento para o projeto [12] e atraso de pagamentos ao longo do projeto/dificuldade financeira do construtor [4];
IV	Condições climáticas (calor, chuva) [10].

Fonte: Carvalho, Maués, *et al.* (2021)

Ao discorrer mais sobre cada fator, Carvalho *et al.* (2021) consegue prover mais detalhes sobre como cada causa citada se correlaciona com as demais causas da mesma classe. Ao discutir sobre o Fator I, o autor afirma que a má gestão da cadeia de suprimentos afeta o canteiro de obras através de uma má elaboração de contratos com os fornecedores de materiais e equipamentos. Esta má gestão pode ocorrer tanto em relação ao planejamento da extensão do contrato quanto ao cronograma de entrega dos produtos, fazendo com que a obra deixe de receber material no prazo correto ou até mesmo fazendo com que não receba material de forma alguma, por não haver comprometimento contratual por parte do fornecedor. Além disso, o setor de compras pode cometer erros em relação a quantidade e/ou as propriedades dos materiais e produtos encomendados, gerando escassez de insumos necessários para certos serviços ou até mesmo ocasionando retrabalho, pois, a qualidade final do serviço está aquém do esperado pelo contratante devido às características inferiores do material empregado.

No que diz respeito ao Fator II, Carvalho *et al.* (2021) afirma que as falhas de gestão de mão de obra se tornam visíveis de diferentes formas, desde a aplicação de métodos inadequados de realização de serviços, incluindo técnicas falhas de construção, falta de treinamento dos trabalhadores e até mesmo falta de fornecimentos de materiais adequados para os trabalhos. Tais itens são responsáveis por gerar os atrasos na conclusão dos serviços, mas o autor também acrescenta que a queda de produtividade também é afetada por questões relacionadas aos indivíduos contratados, como abstenção, alcoolismo, depressão e até mesmo acidentes de trabalho. Carvalho *et al.* (2021) também verificou que falha de comunicação, através da falta de reuniões periódicas, afeta diretamente no comprometimento não somente da mão de obra presente no canteiro de obras, mas também no comprometimento por parte de empresas subcontratadas. Por fim, o autor também citou a respeito da falta de incentivos financeiros, como o pagamento por produção.

Em relação ao Fator III, Carvalho *et al.* (2021) informa que a gestão de projetos pode ser falha através de uma falta de colaboração entre as partes envolvidas no desenvolvimento dos projetos e aqueles responsáveis por sua execução na prática, gerando alterações após a entrega dos projetos, e forçando ajustes *in loco*. O autor complementa, afirmando que a recorrente entrega de projetos incompletos, com falta de informações e falta de compatibilidade entre as disciplinas envolvidas faz com que a mão de obra tenha que levar mais tempo para conseguir reunir as informações necessárias para a realização do serviço. Por fim, Carvalho *et al.* (2021) acrescenta que elaboração incorreta do escopo dos projetos de execução das obras

levam a falhas de planejamento físico-financeiro através de metas má estabelecidas, ocasionando atrasos de pagamentos a funcionários e fornecedores, por parte do construtor.

Com referência ao Fator IV, Carvalho *et al.* (2021) encontrou que a variação de temperaturas afeta diretamente a produtividade dos funcionários, e que além disso, a presença de chuvas afeta significativamente o planejamento dos serviços, ocasionando eventuais atrasos no cronograma da obra.

Observando-se os fatores levantados pelos três artigos, e apresentados respectivamente através dos quadros de número 7, 9 e 10, pode-se identificar que Cruz, Santos e Mendes (2018) e Carvalho *et al.* (2021) identificaram que o fator de atraso que ocupa o primeiro lugar, identificado por meio de seus estudos, foi o atraso na entrega de materiais para a mão de obra.

Seguindo o *ranking* listado por meio dos quadros citados, o terceiro lugar apresentado por De Filippi e Melhado (2015) e o quarto lugar exposto por Carvalo *et al.* (2021) chegam ao mesmo fator de atraso, que se refere ao atraso de pagamentos por meio do empresário ou construtor.

De Filippe e Melhado (2015) e Carvalho *et al.* (2021) também convergem em mais um item que leva a atrasos nas obras, sendo eles o quinto e o oitavo fator nos quadros 9 e 10 respectivamente. Ambos os itens se referem as alterações de escopo e de projetos ao longo da obra, o que ocasiona aumento de serviço para a mão de obra.

Cruz, Santos e Mendes (2018) e Carvalho *et al.* (2021) novamente vão ao encontro do mesmo elemento causador de atraso, que seria o impacto das condições climáticas nos serviços realizados em canteiro de obra. Tal fator é apresentado pelos respectivos autores através do item 6 do Quadro 7 e do item 10 do Quadro 10.

Por fim, verifica-se que Cruz, Santos e Mendes (2018) e De Filippi e Melhado (2015) também entram em acordo quanto ao fator de atraso relativo a falta de qualificação da mão de obra, que ocupam o oitavo e o décimo lugar nos quadros 7 e 9, respectivamente.

Com o intuito de compilar os fatores em comum presentes nos diferentes artigos, organizou-se um quadro seguindo a lógica de categorização apresentada por Carvalho *et al.* (2021), pois foi o artigo que conseguiu agrupar os diferentes fatores sob categorias mais abrangentes. Desta forma, apresenta-se no Quadro 12 os fatores citados no comparativo entre

os artigos por meio das seguintes categorias de Carvalho *et al.* (2021): Gestão da cadeia de suprimentos, gestão da mão de obra, gestão de projetos e gerenciamento das condições climáticas.

Quadro 12 - Síntese dos fatores de atraso apresentados pelos artigos científicos

<b>Fatores</b>	<b>Causas de atraso</b>
Gestão da cadeia de suprimentos	- Atraso na entrega de materiais para a mão de obra;
Gestão da mão de obra	- Falta de qualificação da mão de obra;
Gestão de projetos	- Atraso de pagamentos por meio do empresário ou construtor; - Alterações de escopo de projetos;
Gerenciamento das condições climáticas	- Impacto das condições climáticas nos serviços realizados no canteiro de obras;

Fonte: Autoria própria (2022)

Feita essa síntese, tem-se uma base sólida para identificar quais são os tipos de atraso mais comuns encontrados em obras na construção civil, a seguir, apresenta-se ferramentas que viabilizam a identificação de falhas de processo que levam à atrasos em campo.

## 2.3 FERRAMENTAS DE ANÁLISE

Para poder analisar os dados levantados em campo, utilizou-se de duas ferramentas da qualidade amplamente aplicadas na engenharia de produção, como o diagrama de causa e efeito e o fluxograma, que por sua vez é empregado dentro de mapeamento de processos:

### 2.3.1 Mapeamento de processos

Segundo Shingo (1996), processo é o “caminho pelo qual a matéria prima é transformada em produto”. O autor explica que essa transformação dos insumos ocorre através de operações, e estas operações são as atividades individuais que compõe cada etapa do processo.

De acordo com Damelio (2011), ao mapear processos, é possível registrar como todas as etapas, ou operações, do processo se relacionam em um determinado instante. Segundo o autor, observar este registro oportuniza a detecção de falhas, a redução de retrabalho, de desperdícios, de tempo e de custos.

Para Vargas (2009), a utilização de fluxogramas é o melhor meio de representar esta relação entre as atividades do processo, pois proporciona uma visão sequencial de todos os trabalhos a serem realizados no decorrer do projeto.

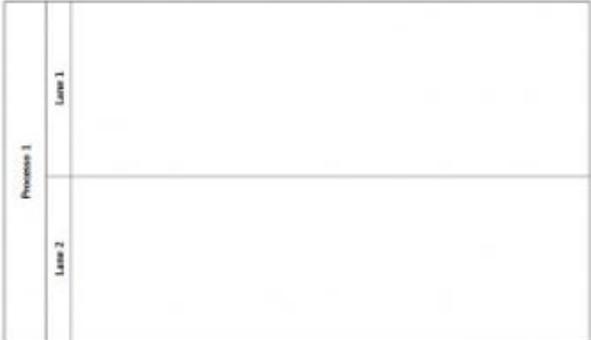
Dentre as notações utilizadas para mapeamento de processos através de fluxogramas, a BPMN (*Business Process Model and Notation*) se estabeleceu como um modelo de fácil compreensão e permite a visualização dos processos através de representações gráficas padronizadas (DTI - UFMG, 2019).

Alguns elementos fundamentais do BPMN para o mapeamento de processos são apresentados no Quadro 13. De posse das convenções para a construção do mapeamento de processos, é possível executá-lo através de softwares que automatizam a inserção dos elementos citados, como o *Bizagi*.

O resultado de um mapeamento seguindo a BPMN através do *Bizagi* possui uma aparência como o exemplo ilustrado na Figura 7, que representa como o processo genérico de um orçamento se distribui. A utilização BPMN permite a compreensão das atividades do início ao fim. É possível verificar que a primeira atividade se inicia em uma raia pertencente ao orçamentista e posteriormente o processo dá continuidade nas raias dos projetistas, que por sua vez executam suas respectivas atividades em paralelo. Em seguida, as atividades posteriores retornam a raia do orçamentista, que é o responsável pelas atividades finais do processo.

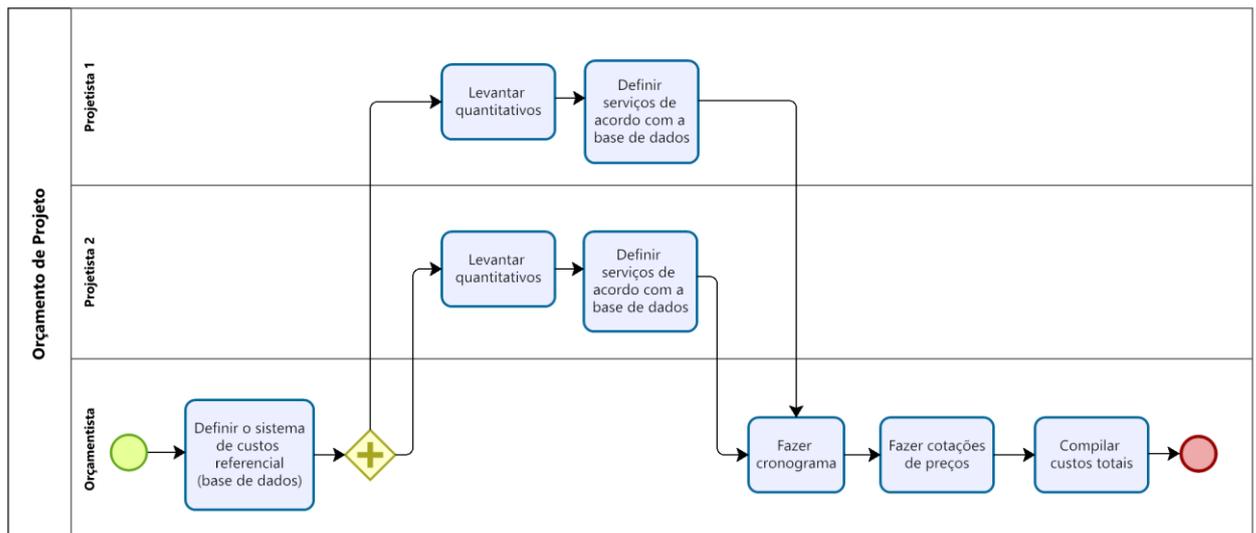
Com base no potencial dessa ferramenta, fez-se utilização da mesma para poder representar a relação entre todas as atividades envolvidas no estudo de caso, de forma a ilustrar como as etapas se relacionam, possibilitando a visualização de pontos importantes, como gargalos e pontos de melhoria.

Quadro 13 - Elementos de BPMN

Elemento	Significado	Exemplos de símbolos	
Eventos	Definem acontecimentos no processo, como início e fim.	 Início	 Fim
Atividades	Descrevem a atividade/operação.		
<i>Gateways</i>	Tomadas de decisão ou desvios no fluxo sequencial do processo.	 <i>Gateway</i> de fluxo em paralelo	
Fluxos	Simboliza a ligação entre os elementos e indica a direção do processo.		
Raias	Ilustram a divisão de categorias ou setores ao longo do processo.		

Fonte: Adaptado do DTI – UFMG, 2019

Figura 7 - Exemplo de mapeamento de processos com o Bizagi



Fonte: Autoria própria, 2022

### 2.3.2 Diagrama de Causa e Efeito

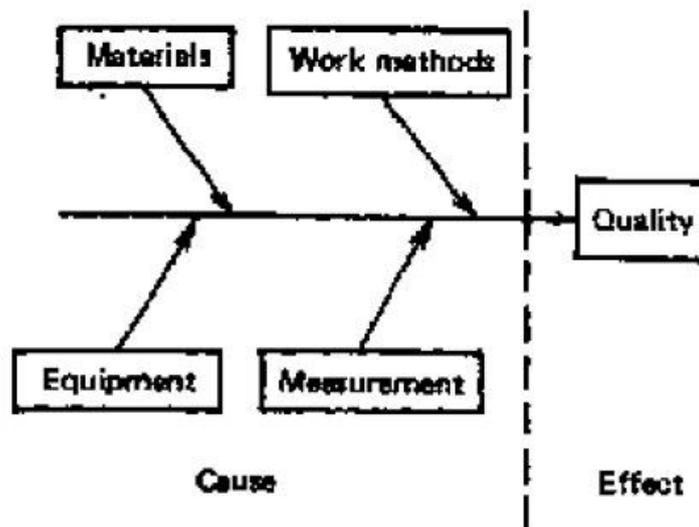
O diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta da qualidade utilizada para constatar as possíveis causas de um problema, analisando os processos de forma mais detalhada e, com isso, permitindo a identificação de possíveis soluções (FERNANDES; DE ALCÂNTARA E SILVA, 2014).

O primeiro diagrama de causa e efeito foi desenvolvido pelo professor Dr. Kaoru Ishikawa da Universidade de Tóquio, no Japão, em 1943. Posteriormente seu diagrama começou a ser utilizado como controle de qualidade por toda a indústria japonesa (ISHIKAWA, 1976).

Também chamado de Diagrama de Ishikawa, esta ferramenta é estruturada para registrar as causas raízes de qualquer problema. Ishikawa (1976) recomenda agrupar as maiores causas possíveis do problema analisado em itens como Materiais, Equipamentos, Métodos de trabalho e Medidas, por exemplo.

A estrutura do diagrama de causa e efeito também veio a ser conhecida como diagrama espinha de peixe, devido ao seu formato, que pode ser verificado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama de Ishikawa

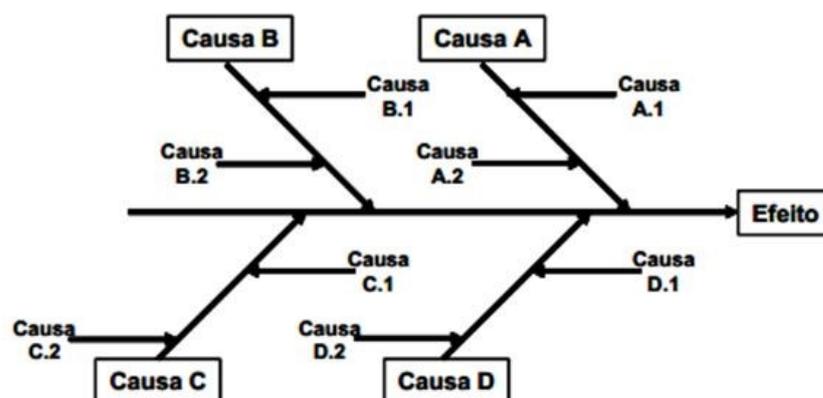


Fonte: Ishikawa (1976).

Como ilustrado na Figura 8, a ponta esquerda do diagrama é onde se localiza o problema de qualidade identificado, ou o efeito gerado pelo problema. E os ramos são os grupos das causas raízes que estão gerando os efeitos problemáticos.

Ishikawa (1976) recomenda que o levantamento dos dados para preencher o diagrama seja feito através de *brainstormings* onde todos participantes sejam francos ao listar os grupos das possíveis causas (macro causas) nos ramos do diagrama, bem como para listar os fatores mais detalhados (micro causas) a serem inseridos dentro de cada ramo. O resultado do diagrama adquire o formato apresentado na Figura 9:

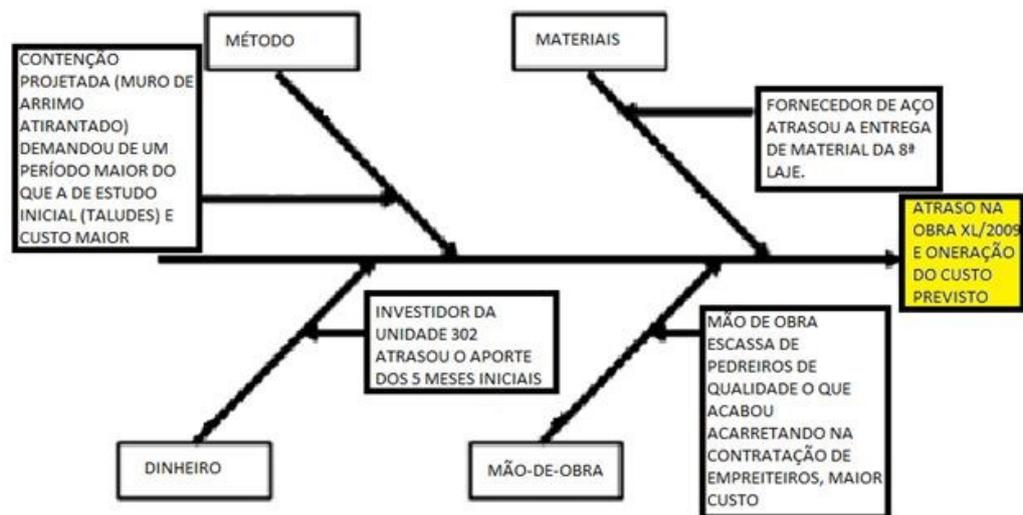
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa esquemático



Fonte: Fernandes e de Alcântara e Silva (2014)

Segundo Fernandes e de Alcântara e Silva (2014), uma das várias formas possíveis de utilizar o Diagrama de Causa e Efeito na engenharia seria para se descobrir uma divergência em algo que foi planejado, como por exemplo, algum atraso em uma obra ou a utilização errônea de um determinado recurso. Fernandes e de Alcântara e Silva (2014), utilizaram do Diagrama de Ishikawa (ver Figura 10) para analisar as causas de oneração e atraso de entrega de uma obra:

Figura 10 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa



Fonte: Fernandes e de Alcântara e Silva (2014)

Uma vez concluído o diagrama, tem-se uma noção precisa de quais são as causas raízes do problema, e não causas genéricas. Em outras palavras, quem for analisar o diagrama teria condições de saber que não se trata apenas de problemas vagos de mão de obra e de dinheiro, por exemplo, e sim que há escassez de profissionais qualificados o suficiente e que um dos investidores não cumpriu com seus pagamentos, respectivamente.

Baseando-se na qualidade desta ferramenta e nos resultados agregadores que sua aplicação vem a gerar, decidiu-se utilizá-la neste trabalho para enriquecer a análise feita sobre o levantamento das possíveis causas de atraso da obra deste estudo.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo é descrita de forma mais detalhada quais características envolvem a classificação deste trabalho, bem como quais etapas foram necessárias para realizá-lo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Fleury e Werlang (2017), os objetivos de uma pesquisa podem ser diversos, desde criar uma visão geral de um fenômeno ou condição, até clarificar estágios de um processo, passando por geração de novas ideias e até mesmo apenas difundir conhecimento acerca de fatos básicos que circundam uma situação.

Dependendo dos objetivos da pesquisa, pode-se determinar qual sua inclinação, se terá um viés que tende mais a pesquisa aplicada ou se tende mais a uma pesquisa básica ou pura. Fellows e Liu (2015), resumem a diferença entre estes dois tipos de pesquisa afirmando que as pesquisas básicas são focadas em descobertas de teorias enquanto pesquisas aplicadas são direcionadas a usabilidades finais e práticas. De um modo mais detalhado, Fleury e Werlang (2017) afirmam que as pesquisas básicas ou puras visam produzir conhecimento por meio de desenvolvimento de conceitos, tipologias, verificação de hipóteses e elaboração de teorias, enquanto as pesquisas aplicadas podem ser definidas como um conjunto de atividades em que conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados com a finalidade de gerar resultados que impactem em aplicações práticas dirigidas à problemas existentes em determinada área.

Seguindo esta conceituação, este trabalho encontra-se classificado dentro de pesquisa aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento acerca de como identificar fatores de atraso em obras de alvenaria estrutural, que é uma demanda prática existente no mercado da construção civil atualmente.

No que se refere ao propósito da pesquisa, há as seguintes abordagens: pesquisas instrumentais, pesquisas descritivas, pesquisas exploratórias, pesquisas explanatórias e pesquisas interpretativas. De acordo com Fellows e Liu (2015), pesquisas instrumentais são focadas em analisar instrumentos de pesquisa, seja equipamentos, testes ou métodos de coleta de dados. Já as pesquisas descritivas priorizam identificar e registrar de forma sistemática os elementos de um fenômeno ou processo, e pode ser realizada através de entrevistas e estudos de campo. Pesquisas exploratórias, no entanto, focam em testar e explorar aspectos de uma

teoria, geralmente através de análise controlada, avaliando o comportamento de diferentes variáveis. Como um avanço das pesquisas exploratórias, pode-se produzir pesquisas explanatórias, onde interpreta-se os resultados obtidos através dos testes das teorias. Por fim, tem-se as pesquisas interpretativas, que buscam encaixar resultados de experiências em modelos teóricos existentes, comumente utilizados quando testes empíricos não podem ser realizados.

Observando-se tais conceitos, torna-se evidente que este trabalho se encontra sob a definição de uma pesquisa descritiva, pois baseia-se em uma análise de um processo existente onde busca-se descrever como ele funciona, a fim de evidenciar características que possam ser importantes para identificação de falhas.

Quanto ao procedimento técnico utilizado, Gil (2002) afirma que a identificação da estratégia adotada para a coleta de dados é o elemento mais importante para o delineamento da pesquisa, e que as estratégias disponíveis são divididas em dois grupos: pesquisas com dados provenientes de fontes de “papel” e aquelas em que os dados provêm de pessoas. O primeiro grupo é composto por pesquisas bibliográficas e pesquisa documental, e o segundo grupo é composto por pesquisa experimental, pesquisa *ex-post facto*, levantamento e estudo de campo, sendo que neste último, ainda está incluso a pesquisa participante (GIL, 2002).

Como complemento à definição de exemplos de procedimentos técnicos, traz-se à tona o conceito de estudo de campo, que segundo de Gil (2002), é uma pesquisa que é desenvolvida por meio da observação direta das atividades dos grupos estudados, e de entrevistas com informantes pertencentes a esse grupo, para capturar suas interpretações a respeito da situação analisada.

Observando-se os conceitos citados, percebe-se que por se tratar de um trabalho focado em analisar um problema encontrado em uma obra específica em que a autora trabalhava, o procedimento técnico que melhor descreve a pesquisa é um estudo de campo.

Conforme afirmado por Gil (2002), dentro do estudo de campo engloba-se pesquisa participante, e segundo o autor, este tipo de pesquisa se caracteriza pela interação entre o pesquisador e os membros da situação investigada. Desta forma, este trabalho é considerado uma pesquisa participante, pois é composto por resultados obtidos através de entrevistas realizadas diretamente com os profissionais que atuaram na obra onde o estudo de caso foi desenvolvido.

Diante destas definições, para realizar este trabalho, estruturou-se uma combinação de desenvolvimento de pesquisa bibliográfica e da realização de uma pesquisa participante. Na

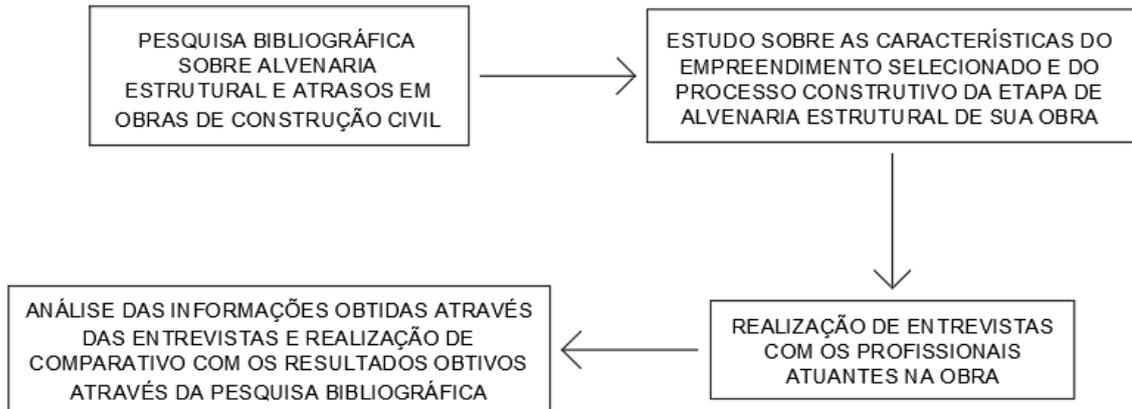
primeira pesquisa, realizou-se buscas por livros e artigos científicos de relevância sobre os assuntos relacionados ao tema deste trabalho, para o obter um desenvolvimento teórico prévio. Enquanto na segunda pesquisa, efetuou-se entrevistas diretamente com os envolvidos no processo analisado, ato que foi facilitado pelo fato de a autora estar presente diariamente na obra estudada.

Sendo assim, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, com o propósito descritivo, realizada por meio de um estudo de campo, desenvolvido através de uma pesquisa participante e complementado por pesquisas bibliográficas.

### 3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento seguido para desenvolver o trabalho estruturou-se em etapas de obtenção gradual de informações. A Figura 11 ilustra as fases que compuseram este trabalho:

Figura 11 - Fases do trabalho



Fonte: Própria autora, 2022.

Em primeiro lugar, foi desenvolvida a pesquisa bibliográfica, com o intuito de coletar informações a respeito de alvenaria estrutural, bem como pesquisar por estudos existentes acerca de atrasos em obras, que possam exemplificar casos semelhantes à situação analisada. Posteriormente, delimita-se o contexto do estudo de caso, com a descrição de características da empresa e das etapas do processo estudado. Uma vez definida as delimitações do problema, se vai a campo para a realização de entrevistas com os profissionais que atuam na obra estudada.

Com isso, comparam-se as respostas obtidas através da pesquisa bibliográfica e aquelas obtidas através dos entrevistados do estudo de caso e traça-se um comparativo, para identificar se há relação entre os cenários envolvidos.

### **3.2.1 Pesquisa bibliográfica**

Para a realização da pesquisa bibliográfica, utilizaram-se as seguintes bases de dados de artigos científicos: Scielo, Scopus e Google Acadêmico.

As pesquisas feitas nas bases de dados foram realizadas em maio de 2022 e os termos pesquisados incluíram: “delays in construction industry”, “structural masonry”, “alvenaria estrutural” e “atrasos em obras”.

Dezenas de artigos derivaram da pesquisa, no entanto priorizou-se usar de fonte aqueles que fizeram comparativos entre diferentes obras, métodos construtivos e até comparativos entre diferentes países. Sendo assim, a seleção resultou na escolha de três artigos principais que compuseram parte do referencial teórico.

Além da obtenção de artigos científicos para utilizar como base, também se pesquisou por livros de autores e instituições de renome dentro de suas áreas de atuação, proporcionando uma base sólida de conhecimento a respeito de quais fatores apresentam-se como recorrentes em situações semelhantes à estudada.

### **3.2.2 Seleção do estudo de caso**

O estudo de caso escolhido foi resultado de uma identificação feita por parte da autora, que trabalhava na obra estudada. Por estar presente diariamente na obra, escolheu-se desenvolver este trabalho por ter fácil acesso às informações e ter conhecimento aprofundado nos processos desenvolvidos no local.

Uma vez selecionado o estudo de caso, priorizou-se levantar as características da empresa responsável pela execução da obra, com o intuito de esclarecer quais são as particularidades do empreendimento, como estruturam-se suas equipes de mão-de-obra e quais os prazos de entrega estabelecidos.

Ainda dentro da fase de delineamento do estudo de caso, obteve-se mais detalhes sobre o processo construtivo da etapa de alvenaria estrutural da obra através de um mapeamento de processos, e a partir disso, foi possível delimitar quais setores da obra estão envolvidos.

### **3.2.3 Levantamento dos fatores de atraso**

Para realizar o levantamento dos fatores de atraso, teve-se como fonte os artigos encontrados através da pesquisa bibliográfica e através da pesquisa participante realizada na obra, onde entrevistou-se os profissionais atuantes no local.

Entre os entrevistados haviam o engenheiro responsável pela execução da obra, o mestre de obra, o almoxarife e a equipe responsável pela execução da alvenaria estrutural.

Com o intuito de obter respostas sem influência da entrevistadora, optou-se por não aplicar perguntas pré-definidas durante a entrevista.

### **3.2.4 Análise dos fatores de atraso**

Os resultados das entrevistas foram ponderados através de diagramas de causa e efeito e seus apontamentos sintetizados através de uma análise comparativa. Uma vez feita esta análise, é possível elencar os itens mais citados pelos entrevistados e compará-los com os fatores mais encontrados nos artigos levantados durante a pesquisa bibliográfica.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Este capítulo visa apresentar as informações provenientes do estudo de caso, desde a caracterização da empresa estudada, passando por sua contextualização e a descrição das etapas e resultados das entrevistas.

### **4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA**

#### **4.1.1 Descrição da Obra**

O estudo de caso foi realizado em uma obra localizada na cidade de Florianópolis, SC. O empreendimento é uma construção realizada em parceria com a Caixa Econômica Federal através do programa de financiamento Casa Verde e Amarela.

O projeto do empreendimento é um condomínio residencial composto por seis prédios de quatro pavimentos, onde cinco deles são completamente realizados em alvenaria estrutural

enquanto o último prédio possui seu pavimento térreo em alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado, e os demais pavimentos em alvenaria estrutural como os demais.

Os pavimentos possuem configurações repetidas e em média, possuem oito apartamentos por andar. A única exceção é o pavimento em alvenaria de vedação do último prédio, que é destinado a ser a área de uso comum do condomínio.

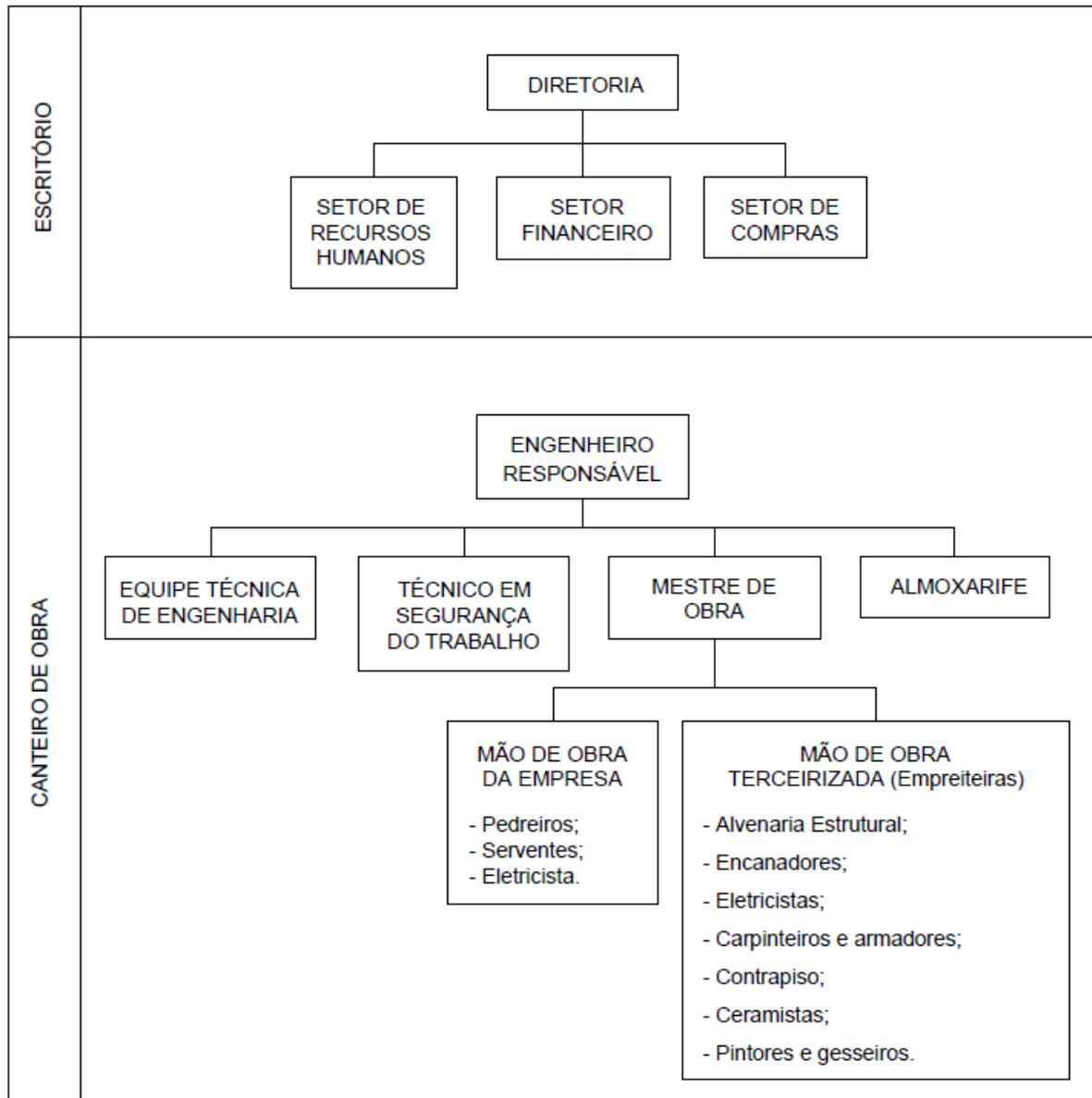
A obra iniciou a etapa de alvenaria estrutural no fim do ano de 2020 e até o momento em que este trabalho começou a ser feito (junho de 2022), estava na etapa de execução do último pavimento em alvenaria estrutural do último prédio.

A construtora responsável por administrar e executar o empreendimento é conhecida na região por realizar empreendimentos semelhantes há muitos anos, e, portanto, possui experiência considerável no mercado devido a seu tempo de atuação.

O corpo profissional da empresa é composto por funcionários alocados em escritório e no canteiro de obras. No escritório, localizam-se a diretoria, o setor financeiro, o setor de recursos humanos e o setor de compras. No canteiro de obras, atuam a equipe técnica de engenharia e de segurança do trabalho, os responsáveis pelo almoxarifado e toda a equipe operacional, que, por sua vez, é composta por funcionários contratados pela própria construtora e por profissionais terceirizados, através de empreiteiras. A organização da empresa é ilustrada através da Figura 12.

A empresa preza muito pela qualidade de seus serviços e busca ao máximo conciliar a maximização de lucros com a melhoria contínua dos seus serviços realizados, e por esses motivos há tanta preocupação com o cumprimento de prazos, para que o empreendimento não atrase, ocasionando multas para a construtora e causando problemas para seus clientes

Figura 12 - Organograma da empresa



Fonte: Autoria própria, (2022).

#### 4.1.2 Identificação dos atrasos no cronograma

Conforme citado no item 2.2.1 do referencial teórico, empresas que constroem em parceria com linhas de financiamento bancário precisam cumprir um cronograma que é averiguado periodicamente pelo banco.

Neste estudo de caso, a construtora, prezando pela qualidade de seus serviços prestados, montou um cronograma à parte daquele submetido à Caixa Econômica Federal. Seu objetivo foi criar um cronograma um pouco mais adiantado, para que se tenha folgas em caso

de atrasos. Porém, este cronograma foi montado de maneira empírica, baseando-se apenas nas experiências das obras realizadas anteriormente.

Além de preocupar-se com os prazos das etapas de execução da obra, a construtora possui um sistema de aprovação de serviço bem estruturado, e é através dele que são feitas as inspeções de serviços, de forma que as etapas só são dadas como concluídas, uma vez que forem aprovadas pelo padrão de qualidade exigido.

Este sistema de aprovação de serviço nada mais é do que uma cartilha que deve ser preenchida no ato de inspeção de cada tarefa realizada, como realização de contrapiso ou execução de instalações elétricas em lajes, por exemplo. Cada item que compõe essas inspeções possui um valor de tolerância, e elas devem ser obedecidas.

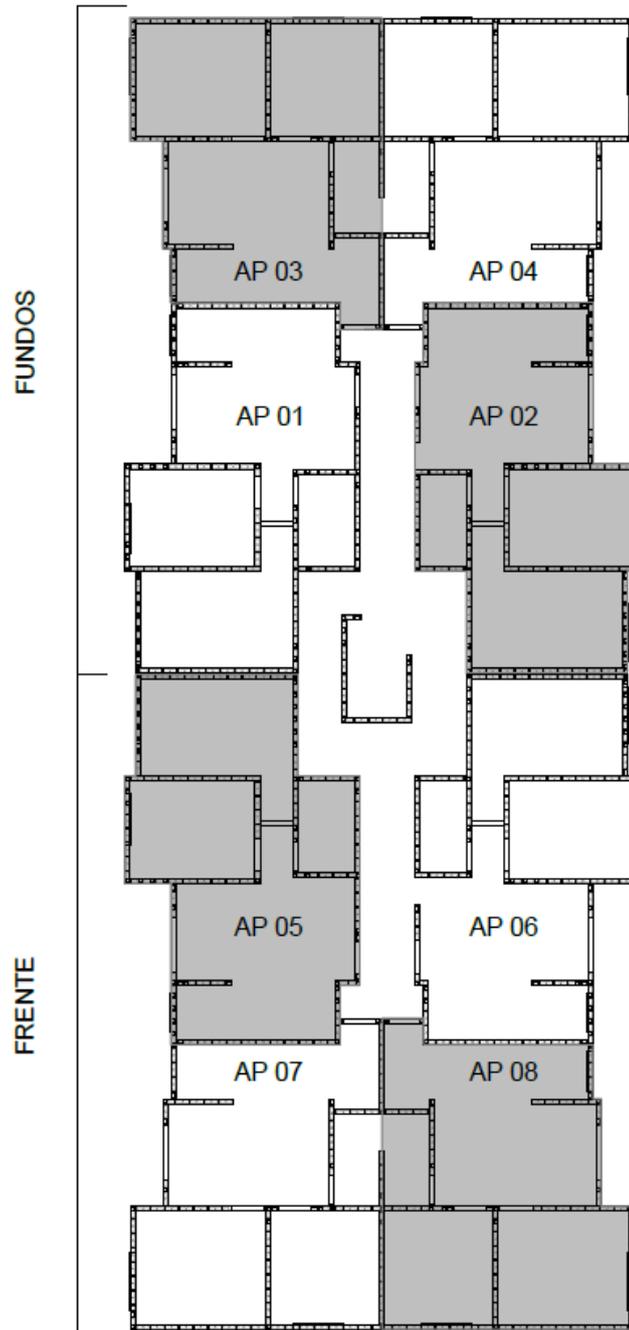
Como a alvenaria estrutural é um dos serviços mais importantes dentro da obra, pois é responsável por abrir diversas outras frentes de trabalho, a sua execução foi um dos serviços em que as tolerâncias mais foram mais rigorosas desde o início da obra.

Com o intuito de não perder ritmo construtivo devido às altas cobranças por qualidade, a construtora contratou uma segunda empreiteira de mão de obra para execução de alvenaria estrutural a partir de junho de 2021.

O objetivo do engenheiro responsável era que a empresa original (chamarei de Empresa 1) passasse a dividir a execução de cada pavimento com a empresa nova (chamarei de Empresa 2), e isso se daria através da divisão literal do espaço de trabalho, em que cada empresa executaria o serviço separadamente, uma na metade da frente do pavimento e outra na metade dos fundos, conforme exemplificado no croqui apresentado na Figura 13.

Como ilustra a imagem, cada pavimento é composto por oito apartamentos, logo, cada empresa passou a executar a alvenaria de quatro apartamentos por pavimento. Ao longo do período analisado, as frentes de serviço para as duas empresas ficaram conforme é ilustrado no Quadro 14.

Figura 13 - Croqui esquemático de um pavimento



Fonte: Autoria própria (2022)

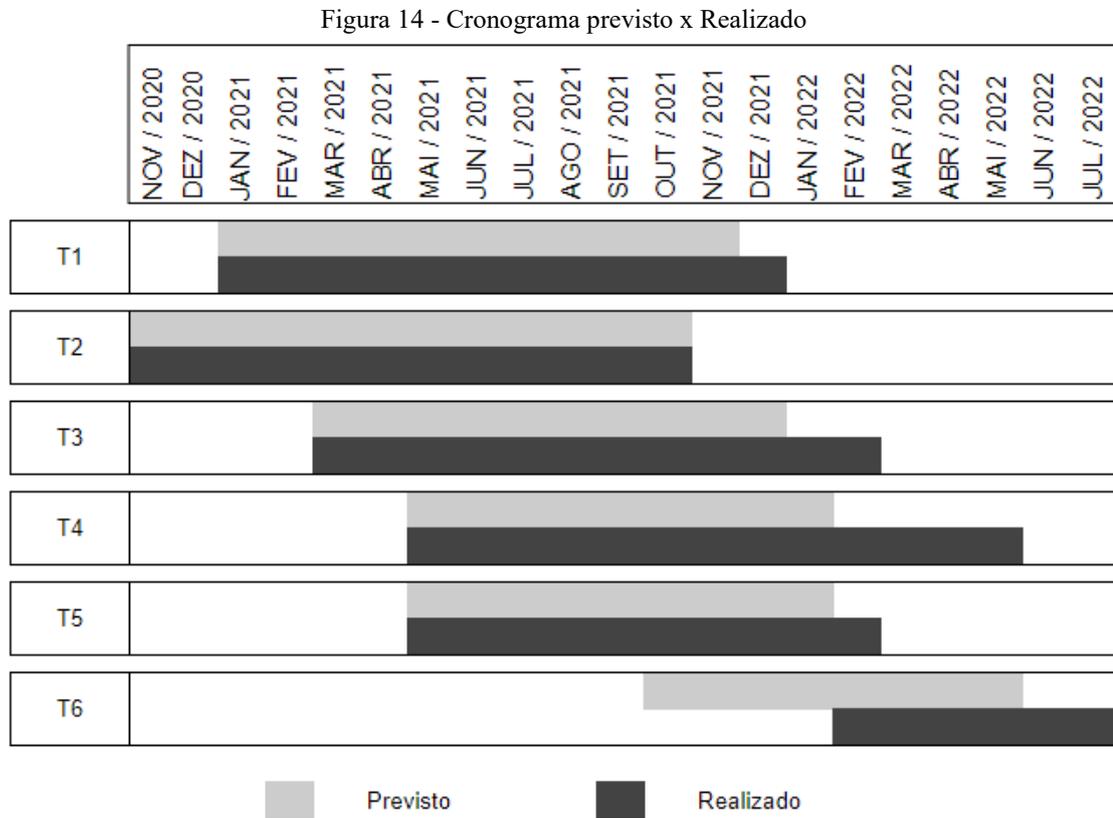
Quadro 14 - Distribuição de frente de serviço das empresas de mão de obra em alvenaria estrutural

PRÉDIO	PAVIMENTO	LAJE DA FRENTE	LAJE DOS FUNDOS
T1	Subsolo	Empresa 1	Empresa 1
	1	Empresa 1	Empresa 1
	2	Empresa 1	Empresa 1
	3	Empresa 1	Empresa 1
	4	Empresa 1	Empresa 2
	Cobertura	Empresa 1	Empresa 2
T2	Subsolo	Empresa 1	Empresa 1
	1	Empresa 1	Empresa 1
	2	Empresa 1	Empresa 1
	3	Empresa 1	Empresa 1
	4	Empresa 1	Empresa 1
	Cobertura	Empresa 1	Empresa 1
T3	Subsolo	Empresa 1	Empresa 1
	1	Empresa 1	Empresa 1
	2	Empresa 2	Empresa 2
	3	Empresa 2	Empresa 2
	4	Empresa 2	Empresa 1
	Cobertura	Empresa 1	Empresa 1
T4	Subsolo	Empresa 1	Empresa 1
	1	Empresa 2	Empresa 2
	2	Empresa 2	Empresa 2
	3	Empresa 1	Empresa 2
	4	Empresa 1	Empresa 1
	Cobertura	Empresa 1	Empresa 1
T5	Subsolo	Empresa 1	Empresa 1
	1	Empresa 1	Empresa 1
	2	Empresa 2	Empresa 1
	3	Empresa 2	Empresa 1
	4	Empresa 2 até a metade da elevação das paredes, Empresa 1 concluiu a elevação	Empresa 1
	Cobertura	Empresa 1	Empresa 1
T6	1	Empresa 1	Empresa 1
	2	Empresa 1	Empresa 1
	3	Empresa 1	Empresa 1
	4	-	-
	Cobertura	-	-

Fonte: Autoria própria (2022)

Porém, com o passar dos meses, identificou-se que a execução dessa etapa ainda assim não estava acompanhando o previsto no cronograma da construtora, nem estava alcançando a

qualidade esperada. Essa discrepância no tempo de duração das atividades pode ser observada através do diagrama de Gantt apresentado na Figura 14:



Fonte: Própria autora (2022)

Como pode-se observar, o prédio 6 ainda está sendo executado no momento da elaboração deste trabalho e todos os prédios tiveram atraso na conclusão da alvenaria estrutural, exceto o prédio 2. É possível observar-se também que o prédio de número 4 foi o que mais teve atraso, mesmo tendo sido este o prédio em que a segunda empreiteira começou a atuar, contrariando a expectativa de que a contratação de mais uma empreiteira de mão de obra de alvenaria estrutural pudesse colaborar com o cumprimento do cronograma da obra.

Além do cronograma de atividades não ter sido cumprido e o padrão de qualidade dos serviços não ter sido alcançado, verificou-se a curta permanência de parte dos bloqueiros à obra. Inicialmente, a Empresa 1 tinha quatro bloqueiros e quatro ajudantes, e até o presente momento este número caiu para dois bloqueiros e um ajudante. Quanto a Empresa 2, a empresa tinha quatro bloqueiros e três ajudantes, porém o empreiteiro deixou de prestar serviços para a construtora em novembro de 2021, apenas quatro meses após ter dado início ao contrato.

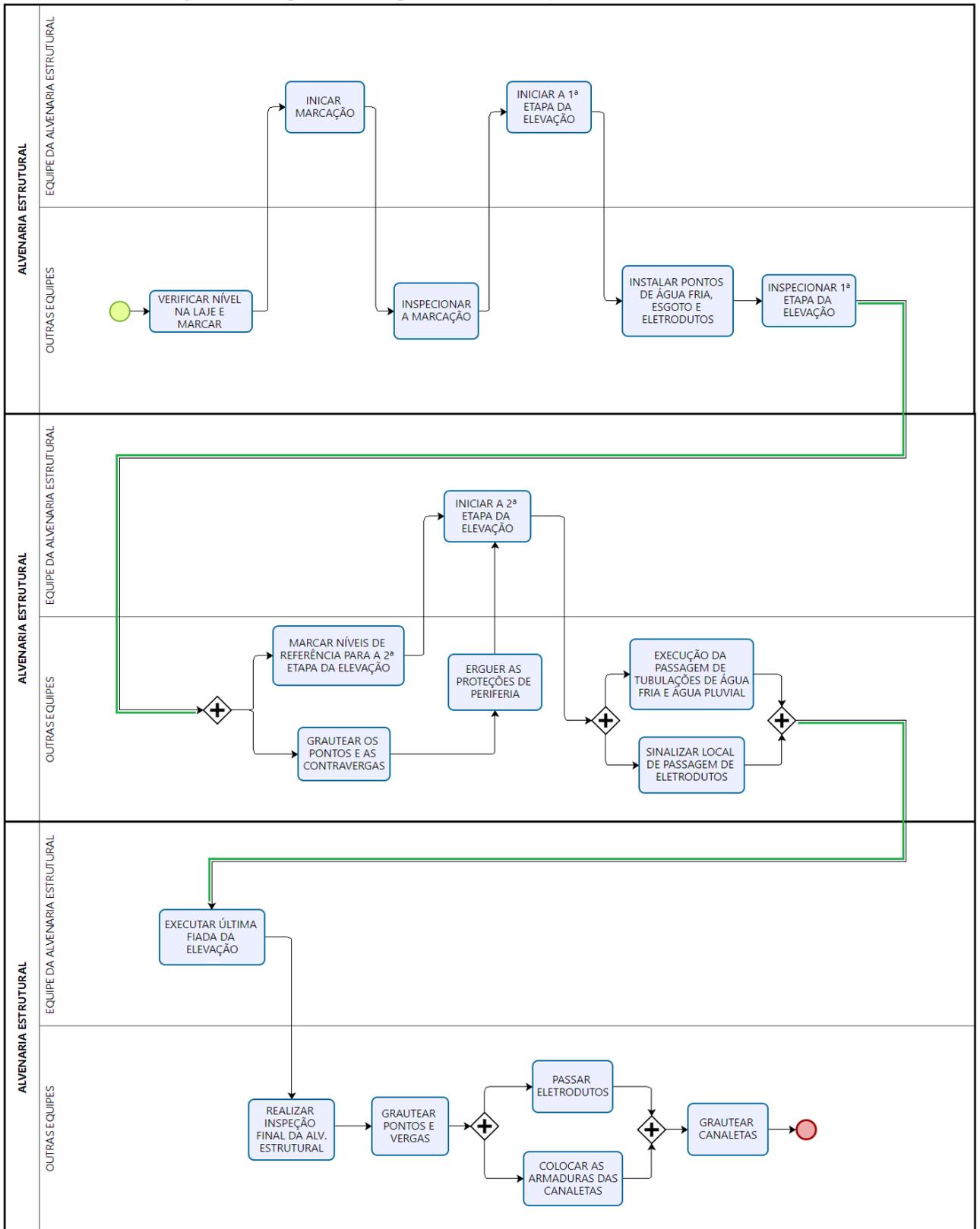
Para investigar os motivos destas discrepâncias entre planejamento e execução e os possíveis fatores de atraso, é necessário entender como a alvenaria é executada dentro da obra em questão. Para isso, realizou-se um mapeamento de processos de todas as etapas da execução da alvenaria.

#### **4.1.3 Mapeamento do processo de execução de alvenaria estrutural na obra**

A elaboração do mapeamento teve o objetivo de registrar o processo de execução da alvenaria estrutural exatamente conforme essa etapa é executada na obra. Para garantir que o modelo para análise fosse fiel ao executado em campo, o mapeamento foi revisado pelo engenheiro responsável, pelo mestre de obra e pelos bloqueiros.

O mapeamento de processo foi montado pela própria autora através da BPMN, por meio do software *Bizagi* e pode ser conferido na Figura 15:

Figura 15 - Mapeamento do processo de execução da alvenaria estrutural



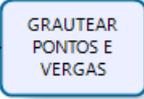
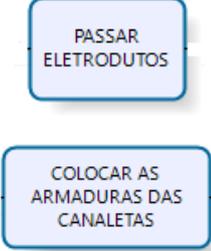
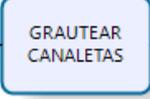
Fonte: Própria autoria

Cada atividade do processo é descrita através do Quadro 15:

Quadro 15 - Descrição das etapas do mapeamento de processos

Ordem das Atividades	Equipe da Alvenaria Estrutural	Outras equipes	Descrição
1	-	VERIFICAR NÍVEL NA LAJE E MARCAR REFERÊNCIA NOS PONTOS DE GRAUTE	Realização da verificação dos pontos mais altos da laje, para determinação da altura de referência pela equipe da construtora.
2	INICIAR MARCAÇÃO	-	Início da marcação da primeira fiada em alvenaria estrutural pelos bloqueiros.
3	-	INSPECIONAR A MARCAÇÃO	Inspeção de todas as medidas da planta de primeira fiada pela equipe de engenharia da construtora.
4	INICIAR A 1ª ETAPA DA ELEVAÇÃO	-	Início da primeira etapa da elevação em alvenaria estrutural pelos bloqueiros.
5	-	INSTALAR PONTOS DE ÁGUA FRIA, ESGOTO E ELETRRODUTOS*	Instalação dos pontos hidrossanitários pelos encanadores, e realização de abertura para as caixas de pontos de elétrica pelo electricista.
6	-	INSPECIONAR 1ª ETAPA DA ELEVAÇÃO	Inspeção das paredes quanto à planicidade, prumo e tamanho de janelas e portas pela equipe de engenharia da construtora.
7	-	MARCAR NÍVEIS DE REFERÊNCIA PARA A 2ª ETAPA DA ELEVAÇÃO	Realização da marcação do nível de referência nas paredes, para posterior medição da altura final

		GRAUTEAR OS PONTOS E AS CONTRAVERGAS	da elevação. Paralelamente a isso, os pontos de graute e contraergas das janelas não grauteados. Ambas as tarefas são realizadas pela mão de obra da construtora.
8	-	ERGUER AS PROTEÇÕES DE PERIFERIA	Um dia após o grauteamento, as proteções de periferia são erguidas pela mão de obra da construtora, de forma que as proteções subam do nível da laje para a altura final das paredes, protegendo os bloqueiros contra risco de queda.
9	INICIAR A 2ª ETAPA DA ELEVAÇÃO	-	Início da segunda etapa da elevação em alvenaria estrutural pelos bloqueiros.
10	-	SINALIZAR LOCAL DE PASSAGEM DE ELETRODUTOS EXECUÇÃO DA PASSAGEM DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA E ÁGUA PLUVIAL	Sinalização dos locais de descidas de eletrodutos pelo electricista, e dos tubos de água fria e pluvial pelo encanador, para que a última fiada da elevação da alvenaria possa ser feita deixando passagem para estas instalações.
11	EXECUTAR ÚLTIMA FIADA DA ELEVAÇÃO	-	Execução da última fiada da elevação em alvenaria estrutural pelos bloqueiros.
12	-	REALIZAR INSPEÇÃO FINAL DA ALV. ESTRUTURAL	Inspeção das paredes quanto a altura final, planicidade, prumo e tamanho de janelas e portas pela equipe de engenharia.

13	-		Realização de grauteamento nos pontos de graute e nas vergas de portas e janelas, pela mão de obra da construtora.
14	-		Passagem dos eletrodutos pelo electricista nas aberturas deixadas na execução da última fiada da elevação das paredes e colocação das armaduras nas canaletas da última fiada pelos armadores terceirizados.
15	-		Realização de grauteamento nas canaletas da última fiada pela mão de obra da construtora.

Fonte: Própria autoria

Apresentadas todas as etapas do mapeamento de processo e do Quadro 15, é possível perceber que a maior parte das tarefas que fazem parte da execução da alvenaria não são realizadas pela mão de obra dos bloqueiros. É notável a grande dependência das outras equipes, compostas por electricistas, encanadores, pedreiros e ajudantes para realizarem tarefas em meio as fases de marcação e elevação da alvenaria.

Para investigar de forma mais aprofundada o que de fato ocorre entre as atividades inseridas nesse processo, partiu-se para a realização de uma pesquisa participante em busca de esclarecimentos a respeito de pontos a melhorar nesta etapa da obra.

#### 4.2 ANÁLISE

De posse do mapeamento de processo composto por todas as etapas que compõem a fase de execução da alvenaria estrutural na obra, pôde-se ir a campo para entrevistar os profissionais envolvidos diretamente neste processo.

#### 4.2.1 Realização das entrevistas

Para o levantamento dos depoimentos dos profissionais, foram realizadas entrevistas com os seguintes participantes:

- 2 bloqueiros;
- 1 ajudante;
- 1 mestre de obras;
- 1 engenheiro;
- 1 almoxarife;
- 1 empreiteiro (Empresa 1).

Considerou-se importante abordar pessoas atuantes em todos os níveis hierárquicos para que não houvesse nenhum tipo de parcialidade nos resultados.

Quanto às perguntas realizadas durante as entrevistas, a autora preferiu adotar uma abordagem informal e sem perguntas predefinidas, seguindo apenas um roteiro que fizesse com que os entrevistados opinassem segundo os dois itens a seguir:

- Qual o principal motivo para atraso na alvenaria estrutural;
- O que poderia ser feito para melhorar o processo de execução da alvenaria estrutural.

Uma vez em contato com o entrevistado, a autora registrava o que era dito, anotando os principais pontos de cada fator citado. Após repetir esse procedimento com todos os entrevistados, a autora reuniu todas as anotações com as respostas para poder fazer as devidas análises.

#### 4.2.2 Resultado das entrevistas

As informações levantadas durante as entrevistas foram agrupadas no Quadro 16 a seguir:

Quadro 16 - Resultado das entrevistas

Entrevistados	Respostas	
	Principais motivos de atraso	Possibilidades de melhoria:
Bloqueiros e Ajudante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuva;</li> <li>- Inspeções de serviço muito demoradas;</li> <li>- Muita quebra de maquinário;</li> <li>- Baixa qualidade dos materiais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar a logística de entrega de materiais;</li> <li>- Diminuir rigor das tolerâncias nas inspeções;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa qualidade de acabamento da laje;</li> <li>- Falta de compatibilização de projetos e projetos com falta de informações;</li> <li>- Atraso na entrega de materiais;</li> <li>- Falta de equipamentos;</li> <li>- Falta de comunicação com o empreiteiro e com a construtora;</li> <li>- Falta de pagamento;</li> <li>- Falta de motivação;</li> <li>- Tolerâncias muito exigentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar a qualidade dos projetos;</li> <li>- Melhorar qualidade dos materiais.</li> </ul>
Mestre de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa qualidade da mão de obra dos bloqueiros;</li> <li>- Inspeções de serviço muito demoradas;</li> <li>- Baixa qualidade dos materiais;</li> <li>- Muita quebra de maquinário;</li> <li>- Muitos atrasos e faltas por parte dos bloqueiros;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratação de mão de obra mais especializada;</li> <li>- Diminuir rigor das tolerâncias nas inspeções;</li> <li>- Melhorar qualidade dos materiais.</li> </ul>
Engenheiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa qualidade da mão de obra dos bloqueiros;</li> <li>- Falta de organização de serviço por parte do empreiteiro e bloqueiros;</li> <li>- Chuvas;</li> <li>- Atraso na entrega de materiais;</li> <li>- Muitos atrasos e faltas por parte dos bloqueiros;</li> <li>- Inspeções de serviço muito demoradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratação de mão de obra mais especializada;</li> <li>- Melhorar a logística de entrega de materiais;</li> <li>- Melhorar planejamento por parte do empreiteiro.</li> </ul>
Almoxarife	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa qualidade da mão de obra dos bloqueiros;</li> <li>- Falta de compatibilização de projetos;</li> <li>- Chuvas;</li> <li>- Armazenamento incorreto dos materiais (blocos na chuva);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratação de mão de obra mais especializada;</li> <li>- Melhorar qualidade dos materiais;</li> <li>- Melhorar a qualidade dos projetos;</li> </ul>

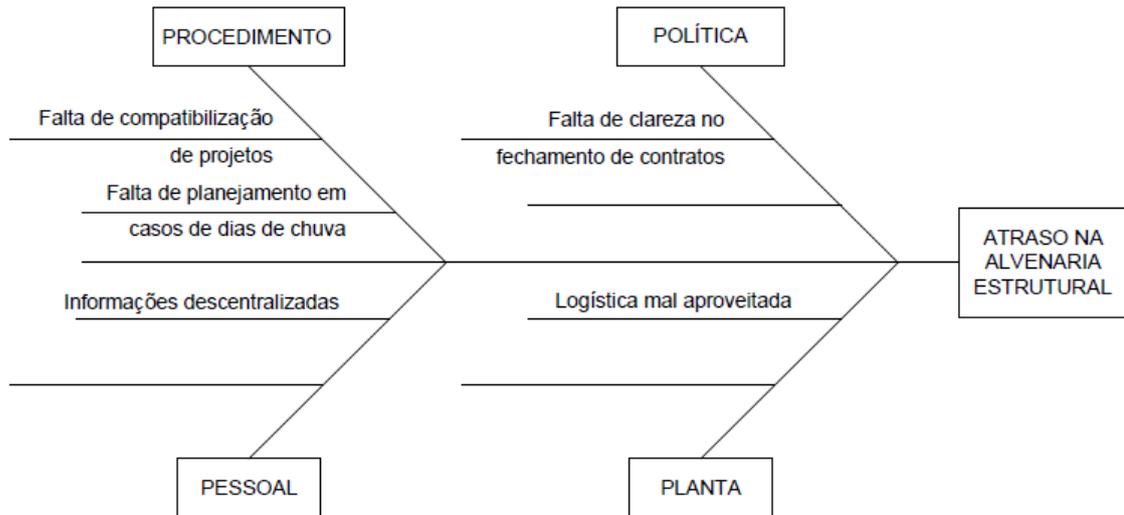
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de equipamentos por parte dos bloqueiros;</li> <li>- Baixa qualidade dos materiais;</li> </ul>	
Empreiteiro da Empresa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolerâncias muito exigentes;</li> <li>- Chuvas;</li> <li>- Falta de compatibilização de projetos;</li> <li>- Falta de comunicação com a construtora;</li> <li>- Baixa qualidade dos materiais;</li> <li>- Redução de mão de obra devido a entrada de outra empresa na obra;</li> <li>- Inspeções de serviço muito demoradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar qualidade dos materiais;</li> <li>- Diminuir rigor das tolerâncias nas inspeções;</li> </ul>

Com a realização das entrevistas foi possível agrupar os resultados em dois diagramas de causa e efeito, um concentrando problemas relativos a equipe técnica de engenharia e outro relativo a problemas da equipe operacional (bloqueiros).

#### *4.2.2.1 Fatores de atraso relacionados à equipe técnica de engenharia*

As categorias escolhidas para formar os ramos do diagrama de causa e efeito foram procedimento, política, pessoal e planta. Desta forma organizou-se as sub-causas citadas pelos entrevistados que estão relacionadas à equipe técnica de engenharia conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Diagrama de causa e efeito com os fatores de atraso relacionados a equipe de engenharia



Fonte: Própria autoria (2022)

Ao analisar as sub-causas levantadas através da entrevista, nota-se que a categoria de procedimentos é a que concentra mais fatores de atraso. Nessa seção, foram identificados dois itens que são muito citados, que são a falta de compatibilização de projetos e a falta de planejamento em dias de chuva.

A falta de compatibilização de projetos foi um problema que afetou outras especialidades, não somente a alvenaria. Mas, neste caso específico, houve um grande período de “improvisações” em que o projeto original das modulações foi alterado e não foi substituído de imediato. O motivo da mudança foi a necessidade identificada pelo engenheiro responsável pela obra de substituir o maior número possível de paredes em amarração indireta por amarrações diretas. A Tabela 1 demonstra o quanto essa mudança foi impactante:

Tabela 1 - Comparação da quantidade de amarrações diretas e indiretas

	Pontos de grampo	Pontos de graute armado
Projeto original	28	58
Projeto após as alterações	12	95

Fonte: Própria autora (2022)

Essa mudança de modulação teve que ter suas alterações em projeto realizadas em obra, em croquis não oficiais, simultaneamente à execução da alvenaria. Isso fez com que houvesse muito retrabalho, devido ao período de adaptação dos bloqueiros a nova modulação.

O segundo fator determinante para causar atrasos é a falta de planejamento em relação aos dias de chuva. Desde a programação de atividades por parte do empreiteiro da mão de obra terceirizada, até falta de planejamento em relação ao armazenamento de materiais pelo canteiro de obras.

Segundo os relatos dos bloqueiros, fica impraticável a realização da execução da alvenaria com os blocos molhados (ver Figuras 17 a 19), pois estes componentes ficam muito mais pesados, dificultando seu manuseio e também o seu assentamento, fazendo com que seja muito difícil equilibrar o bloco sobre a argamassa na forma correta.

Por fim, o acúmulo de água no terreno do empreendimento foi responsável por atrasar as etapas de execução dos pavimentos de subsolo, como ilustra a fotografia a seguir:

Figura 17 - Primeira fiada de blocos submersa em água da chuva



Fonte: Própria autora (2021)

Figura 18 - Blocos de concreto expostos a intempéries



Fonte: Própria autora (2022)

Figura 19 - Subsolo com nível de água da chuva acima das sapatas



Fonte: Própria autora (2021)

Dentro da categoria de política, destacou-se um problema relacionado a política de fechamento de contratos entre construtora e empreiteiros. Segundo o levantado na entrevista, o empreiteiro relatou que o contrato fechado com a empresa não visava um serviço com nível de acabamento tão elevado quanto o exigido em obra. A mesma informação foi relatada pelo bloqueiros, que afirmaram que o preço que estipularam por metro quadrado dos seus serviços não condiz com o nível de detalhe cobrado pela equipe de inspeção da construtora.

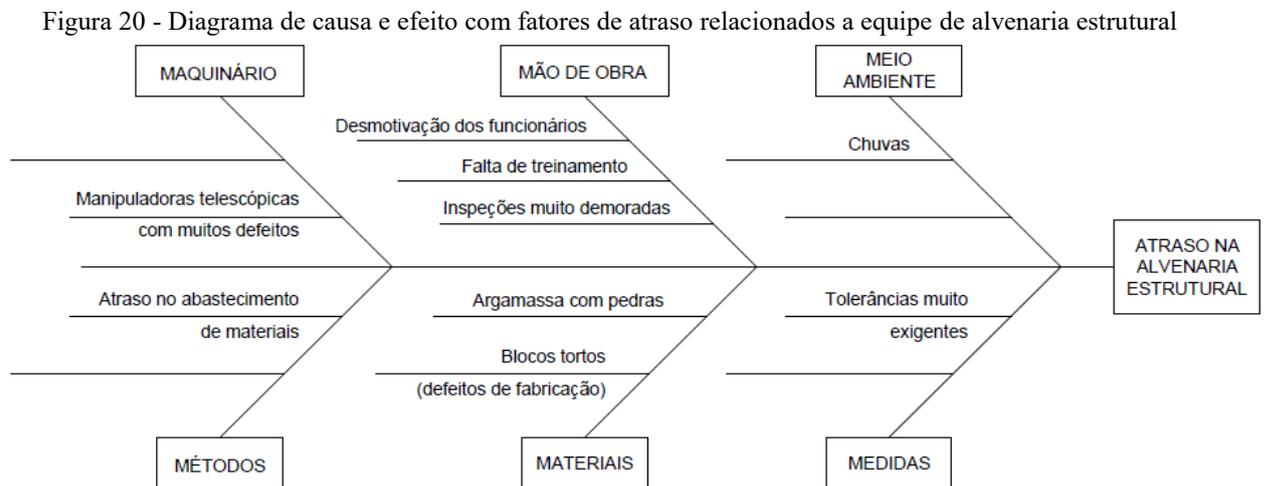
Quanto à organização da equipe de engenharia, percebeu-se a falta de um meio comum de armazenamento de informações, bem como um padrão seguido por todos. Esse fator é responsável por reter informações importantes em indivíduos, e não em registros. O caso da alteração da modulação foi um exemplo dessa falta de centralização de informações, onde

apenas os profissionais envolvidos na inspeção da alvenaria sabiam quais eram as mudanças realizadas.

Quanto ao último fator citado no diagrama de causa e efeito dos fatores de atraso relacionados à equipe técnica, entende-se que a própria organização e planejamento da equipe de engenharia pecou em etapas importantes da obra, como por exemplo, programar concretagens em períodos que interrompam o abastecimento de materiais nas lajes em que está sendo executada alvenaria. Por muitas vezes, a concretagem agendada iria concretar dois elementos estruturais no mesmo dia, e por não se planejar corretamente a ordem destas concretagens, ao chegar na obra, a bomba e o caminhão betoneira posicionavam-se justamente em uma lateral de um prédio em que estava sendo feito o abastecimento de argamassa e de blocos para a execução da alvenaria.

#### 4.2.2.2 Fatores de atraso relacionados à equipe operacional

Ao observar-se o diagrama de causa e efeito resultante dos fatores relacionados às equipes operacionais envolvidas na alvenaria estrutural, obteve-se a Figura 20 a seguir:



Fonte: Própra autoria (2022)

À primeira vista, percebe-se que o grupo de fatores de atraso na alvenaria que mais apresenta itens está relacionado à mão de obra.

O primeiro fator foi descrito por ambos os bloqueiros, ao relatarem de insatisfação com o retorno financeiro pelo serviço prestado. Outra questão decisiva para a desmotivação dos funcionários é a falha de comprometimento do empreiteiro em relação aos contratos. Os

entrevistados relataram que, além de receberem um valor mensal sempre abaixo do esperado, este pagamento ainda costuma atrasar, por questões de falta de organização por parte do empreiteiro. Os entrevistados complementam que não recebem uniforme da empresa, conforme foi prometido, nem têm uma linha transparente de comunicação. Este último fator faz com que os funcionários se sintam inseguros em relação a trabalhos futuros, os impedindo de realizarem seus planejamentos pessoais. Ao longo da obra, foi possível perceber que essas questões citadas tiveram grande influência na desistência de trabalho de diversos profissionais que iniciaram seus serviços de execução de alvenaria estrutural no empreendimento.

O segundo item dentro de mão de obra é decorrente da falta de treinamento prévio dos bloqueiros, que trouxeram consigo muitos vícios construtivos de outras obras e foram resistentes para se adaptar aos padrões de qualidade exigidos pela empresa. Este é um dos fatores que mais gerou retrabalho dentro da alvenaria estrutural na obra estudada.

O último fator englobado no grupo da mão de obra foi ressaltado diversas vezes devido à demora das inspeções por parte da equipe técnica de engenharia. Tal item deve receber atenção, pois é interessante refletir sobre os profissionais responsáveis pela confência dos serviços como parte da mão de obra, necessitando, assim como os bloqueiros, de um devido treinamento, focado nas exigências das normas que compõe a NBR 16868:2020 e também no correto manuseio das ferramentas de inspeção, como régua, prumo, esquadro e trena.

Quando se fala de maquinário, verifica-se que o principal fator de atraso se refere à quantidade de vezes que as máquinas responsáveis por carregar materiais estragaram (chamadas manipuladoras telescópicas). A obra em questão possui duas máquinas do tipo para atender todas as frentes de serviço que estiverem necessitando, logo, quando uma delas estraga e vai ao conserto, diversas tarefas atrasam, inclusive a alvenaria estrutural. Como complemento, cita-se ainda, a ineficiência do uso de bombas para sugar o acúmulo de água de locais em que está sendo realizado serviço em alvenaria estrutural; por diversas vezes, necessitou-se de retirada de água do local de trabalho, porém, essa solução não foi aplicada pois a bomba estava estragada.

O próximo fator está relacionado ao item mencionado anteriormente, que é o atraso na entrega de materiais por questões de mau planejamento das operações. O horário de trabalho da obra inicia-se às 07h00. No entanto, quase que diariamente, os bloqueiros só recebem a argamassa de assentamento na laje em que estão trabalhando perto das 08h00. Este tempo de espera é um período ocioso em que os funcionários poderiam estar produzindo. Também há atrasos para a entrega de blocos, porém, segundo o engenheiro responsável, este fator se trata de um mau planejamento por parte dos próprios bloqueiros e do empreiteiro. Segundo o

engenheiro, são os próprios bloqueiros que deveriam pedir que os blocos fossem carregados para a laje no dia anterior à sua utilização, e não pela manhã juntamente com a argamassa que irão utilizar.

Uma vez entregues os materiais, depara-se com outros fatores que implicam em atraso na execução da alvenaria, que são o recebimento de argamassa com agregados muito graúdos e o recebimento de blocos de concreto com falhas dimensionais ou quebrados. O primeiro fator, conforme explicado no referencial teórico, gera consequências diretas na trabalhabilidade da massa, além de dificultar o posicionamento correto do bloco nas fiadas. O segundo fator refere-se à baixa qualidade dos blocos entregues pelo fornecedor, onde suas medidas não coincidem com as medidas padrão dos blocos, fazendo com que a execução da marcação e da elevação seja muito mais dificultosa.

Na Figura 21 e 22, é possível observar as discrepâncias já identificadas em obra. A Figura 21 mostra a diferença de altura em dois blocos do tipo canaleta, em que o bloco da esquerda está 7 mm acima da medida correta da peça, que é 9 cm. Ou seja, o próprio bloco já foi entregue pelo fornecedor com uma discrepância geométrica acima da tolerância de medida imposta sobre a execução da alvenaria estrutural.

Já na Figura 22 é possível verificar que a largura do bloco, que deveria ser de 14 cm está 0,5 cm menor, ou seja, novamente o defeito do bloco é da mesma dimensão que a tolerância permitida na alvenaria estrutural.

Figura 21 - Discrepâncias nas características geométricas entre canaletas de concreto



Fonte: Própria autora (2022)

Figura 22 - Bloco de concreto com 0,5cm a menos de espessura



Fonte: Própria autora (2021)

O próximo fator refere-se a algo que já foi mencionado anteriormente, que é a chuva. A própria norma NBR 16868-2:2020 afirma que não se deve realizar a execução de assentamento de blocos em dias de chuva, logo este é um fator que sempre causará atrasos, independentemente do porte ou organização da obra.

Por fim, relataram como fator de atraso o alto grau de cobrança sobre as tolerâncias, consideradas muito baixas. Na obra em questão, o nível do respaldo das paredes aceitável possui um intervalo de variação de apenas 0,5 cm para mais ou para menos em relação à altura do pé direito estipulado, sendo que em norma essa variação é de 1,0 cm.

Além dessa cobrança a mais, os entrevistados relataram a insatisfação com a diferença de tolerância para a alvenaria estrutural quando comparada a outros serviços. Na obra em questão, encontrou-se por diversas vezes muitos problemas com nivelamento das lajes, fazendo com que os bloqueiros tivessem que se adaptar a variações de nível de laje acima do previsto na NBR 16868-2:2020, que é de 1 cm. Porém na realidade encontrou-se diferenças superiores a isso, como ilustrado na Figura 23.

Figura 23 - Desnível em laje



Fonte: Própria autora (2022)

Na realização da concretagem da laje em concreto maciço que separa o pavimento de áreas comuns do último prédio dos demais pavimentos em alvenaria, os desníveis foram maiores ainda, chegando a 4 cm. O relevo gerado no meio da laje fez com que a equipe técnica tomasse a decisão de cortar os blocos da primeira fiada nessa região, para que o nível da elevação da parede não fosse prejudicado. O resultado ilustra-se na Figura 24 e 25:

Figura 24 - Primeira fiada assentada com blocos cortados



Fonte: Própria autora (2022)

Figura 25 - Bloqueiro cortando bloco de concreto



Fonte: Própria autora (2022)

### 4.3 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da entrevista permitiram que diferentes pontos de vista fossem colocados em comparação. A ótica de quem está em posição de planejamento nem sempre alcança o nível operacional de quem está atuando diretamente no serviço.

Ao se observarem as respostas da entrevista com os bloqueiros, verifica-se que são eles os responsáveis por terem citado o maior número de falhas de processo entre todos os entrevistados. De maneira controversa, os demais entrevistados, exceto o empreiteiro, criticaram o nível de qualidade da mão de obra dos bloqueiros.

Outro fator que é citado quase que em unanimidade, é a baixa qualidade dos materiais, seguida da insatisfação com a qualidade dos projetos. Ao fazer uma análise rápida, percebe-se de imediato que esses itens não têm relação direta com a qualidade do processo da execução da etapa de alvenaria estrutural, porém afetam indiretamente a produtividade por parte dos bloqueiros, pois induzem a retrabalho, e isto sim interfere na velocidade em que as etapas de marcação e elevação são executadas e, portanto, atrasam o cronograma previsto.

Observando agora fatores que afetam o processo de execução da alvenaria de forma direta, tem-se o atraso de entrega de materiais no local de trabalho. Conforme mencionado no

item 4.2.2.2, havia diariamente um atraso médio de uma hora para que os bloqueiros recebessem argamassa na laje em que estavam trabalhando. O mesmo fator foi identificado por Carvalho *et al.* (2021) e Cruz, Santos e Mendes (2018) como sendo o motivo que mais causa atraso em obras de alvenaria estrutural, e segundo o último autor, isso se dá devido as grandes dimensões dos terrenos que este tipo de obra costuma ter.

Independentemente da motivação do atraso para a entrega de materiais, os bloqueiros e o engenheiro apresentaram opiniões contrárias a respeito dos atrasos. Enquanto os bloqueiros atribuem os atrasos a uma falha de logística por parte da organização do mestre de obras, o engenheiro atribui este atraso aos próprios bloqueiros por não requisitarem a entrega dos materiais com antecedência o suficiente.

A falta de transparência e comunicação entre a construtora, o empreiteiro e os bloqueiros também se destacou no resultado das entrevistas por acarretar em um dos fatores de atraso que se apresenta nos primeiros lugares no *ranking* divulgado por De Filippi e Melhado (2015), que é a dificuldade financeira do empreiteiro.

A falta de clareza no fechamento de contrato entre o empreiteiro e a construtora acarretou no acerto de um preço inferior ao que seria exigido caso o empreiteiro soubesse que as tolerâncias seriam tão baixas. Em outras palavras, o nível de serviço negociado é mais simples do que aquele exigido pela construtora. Essa incongruência faz com que o trabalho dos bloqueiros não renda tanto quanto o planejado pelo empreiteiro e, portanto, o pagamento referente a sua produção é inferior ao esperado, gerando atrasos de pagamentos para os bloqueiros.

O atraso de pagamentos, aliado a queda de produtividade gerada pelo alto nível de cobrança fez com que muitos bloqueiros começassem a faltar e posteriormente desistissem de trabalhar na obra, corroborando com o resultado encontrado por Cruz, Santos e Mendes (2018), em que baixa motivação e absentismo ocuparam respectivamente a terceira e a quarta posição na lista dos fatores mais atribuídos a atrasos na pesquisa realizada por eles.

A baixa motivação é um fator tão impactante que a Empresa 2 abriu mão de prestar serviços para a construtora depois de apenas quatro meses, por não se adaptar às exigências do padrão de qualidade da obra, desanimando seus funcionários por não alcançarem a produtividade planejada inicialmente.

Quando se passa a observar o que o mapeamento de processos ilustra, é inevitável perceber que a grande maioria das atividades que compõe o processo de execução da alvenaria

estrutural não é realizada pela mão de obra da mesma. Conforme citado no item 4.1.3, há uma grande dependência de serviços intermediários que são realizados por outras equipes.

Tal dependência torna-se bastante danosa quando se trata da alvenaria estrutural, pois conforme afirmado durante a entrevista pelos bloqueiros, há uma discrepância muito grande entre o nível de exigência aplicado às tolerâncias para a alvenaria estrutural quando comparadas às outras frentes de serviço. Conforme verificado por Cruz, Santos e Mendes (2018), a conclusão de trabalhos prévios é o quinto fator que mais gera atraso nas obras, e seu impacto negativo é bastante frequente na obra estudada, vide as evidências a respeito da necessidade de cortar os blocos de concreto para a realização de uma marcação em uma laje com 4 cm de desnível.

Ao retornar ao Quadro 12, que é uma síntese dos artigos científicos estudados, é possível verificar que todos os fatores citados foram encontrados por meio do estudo de campo. No entanto, o que não foi identificado por meio desses estudos, mas que foi encontrado na obra estudada é o fato de haver uma falha de processo da execução da alvenaria estrutural, na questão já mencionada anteriormente, a respeito da grande dependência de outras equipes de profissionais em meio as tarefas realizadas pela equipe.

Por fim, observa-se que esta análise serve como uma confirmação de que há grandes semelhanças entre os fatores de atraso identificados neste estudo e aqueles encontrados através da pesquisa bibliográfica. Pode-se utilizar dos resultados de Carvalho *et al.* (2021) para verificar que há falhas de gestão em todos os níveis apresentados pelo autor, desde a gestão da cadeia de suprimentos até o gerenciamento de condições climáticas.

## 5 CONCLUSÃO

Ao retornar aos objetivos específicos deste trabalho, percebe-se que a realização de um estudo do fluxo de trabalho por meio da montagem do mapeamento de processos da alvenaria estrutural foi de grande valia pois permitiu a identificação da grande dependência que a mão de obra dos bloqueiros tem de outras equipes. Quanto a coleta de *feedbacks* através da realização das entrevistas com os profissionais do canteiro de obras que têm relação com a execução da fase de alvenaria estrutural, pode-se afirmar que seus resultados trouxeram à tona fatores de atraso sob diferentes pontos de vista, que juntos se complementam. E por fim, a comparação dos resultados obtidos através da pesquisa participante com os artigos científicos sobre temas correlatos, permitiu concluir que há grandes semelhanças entre os cenários contrapostos.

Sendo assim, ao retornar ao objetivo geral deste trabalho, que é identificar os principais fatores de atraso em uma obra de um condomínio residencial na fase de alvenaria estrutural, considera-se que o mesmo foi alcançado.

A execução da pesquisa bibliográfica aliada as trocas de informações diretamente com os profissionais, resultou na constatação que a deficiência no âmbito dos gestores é o que realmente leva a atrasos. A qualificação técnica da mão de obra é obviamente necessária, porém a qualidade dos serviços prestados por um funcionário está atrelada à qualidade do treinamento ofertado pelo empregador.

A gestão da mão de obra é só um dos nichos que tem grande impacto no bom desempenho do cumprimento do cronograma de uma obra. Conforme sintetizado por Carvalho *et al.* (2021), a gestão da cadeia de suprimentos, a gestão de projetos e o gerenciamento das condições climáticas, reúnem os fatores de maior impacto na qualidade geral do desenvolvimento de um empreendimento na construção civil.

Destaca-se que a pesquisa realizada por Carvalho *et al.* (2021) levou em consideração publicações realizadas em diferentes países, como Irã, Turquia, Estados Unidos, Índia, Malásia e Paquistão. Essa abrangência apenas reforça que independentemente do local, da cultura e das condições de contorno, é de responsabilidade dos gestores reunirem todas as informações e recursos necessários para que haja sucesso no empreendimento.

De Filippi e Melhado (2015) convergem para a mesma constatação ao afirmarem que em aproximadamente três quartos das pesquisas estudadas por eles, a má elaboração de planejamento é o fator mais atribuído a atrasos na execução de obras.

Para exemplificar, observa-se também que, conforme mencionado por Cavalheiro (2009), o que difere a alvenaria estrutural dos métodos tradicionais de construção, é o seu fator de simultaneidade, bem como a possibilidade da coordenação modular (MANZIONE, 2004). E estas duas características permitem que tanto a elaboração dos projetos quanto o planejamento de execução das etapas da obra sejam integradas e compatibilizadas. Portanto, em empreendimentos como o deste estudo de caso, em que seis prédios possuíam todos os seus pavimentos idênticos, o planejamento realizado para um prédio é facilmente replicado aos demais.

É sabido, no entanto, que a atribuição de responsabilidade a apenas a categoria dos gestores e planejadores não reflete a realidade, pois como foi mencionado ao longo do estudo, há diversos fatores que colaboram para o atraso no cronograma dos empreendimentos.

Por fim, conclui-se que para o bom desenvolvimento das obras de construção civil, é recomendado que cada empresa esteja disposta a avaliar seu próprio desempenho, comparando de forma contínua o seu cronograma planejado e o de fato executado, na intenção genuína de identificar quais erros estão sendo propagados, a fim de evitá-los.

Para trabalhos futuros, sugere-se que a etapa de execução de alvenaria estrutural seja acompanhada do início ao fim, para que se tenha um comparativo mais assertivo entre o cronograma planejado e o realizado. Sugere-se a realização do mapeamento dos períodos de chuva e demais eventos que gerem atraso para que se possa identificar quais etapas da execução da alvenaria estrutural são mais prejudicadas diante destes episódios. Finalmente, é recomendado que se analise também o processo de trabalho por parte dos engenheiros, técnicos e mestres de obra para com o planejamento das atividades que envolvem a alvenaria estrutural, afim de levantar quais escolhas administrativas têm reflexo imediato no trabalho realizado canteiro de obra.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Glaucia. Casa Verde e Amarela: quantas moradias o Governo entregou em 2021? **fdr.com.br**, Janeiro 2022. Disponível em: <https://fdr.com.br/2022/01/26/casa-verde-e-amarela-quantas-moradias-o-governo-entregou-em-2021/>. Acesso em: Julho 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Metodologia de execução: Passo a passo para construir alvenarias de blocos vazados de concreto, [2020 ?]. Disponível em: [https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2020/08/AE\\_metodo\\_executivo.pdf](https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2020/08/AE_metodo_executivo.pdf). Acesso em: Setembro 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-1: Alvenaria Estrutural - PROJETO**. Rio de Janeiro. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-2: Alvenaria Estrutural - EXECUÇÃO**. Rio de Janeiro. 2020.
- BORDIN, Vanessa. O espaço conquistado pela alvenaria estrutural. **Cimento itambé**, Julho 2010. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/o-espaco-conquistado-pela-alvenaria-estrutural/>. Acesso em: Agosto 2022.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Casa Verde e Amarela - Habitação Urbana – Recursos FGTS. **Caixa Econômica Federal**, 2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/casa-verde-e-amarela/urbana/Paginas/default.aspx>. Acesso em: Setembro 2022.
- CARVALHO, André B. *et al.* Study on the factors of delay in construction works. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 27-46, jul./set. 2021.
- CASTRO, Marcus V. D. B. Casa Verde e Amarela: O que você precisa saber sobre o programa [Atualizado]. **Sienge**, Abril 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/casa-verde-e-amarela/>. Acesso em: Julho 2022.
- CAVALHEIRO, Odilon P. Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual. **AnicerPro**, 2009. Disponível em: [https://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Alvenaria-Estrutural\\_T%C3%A3o-antiga-e-t%C3%A3o-atual\\_cavalheiro1.pdf](https://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Alvenaria-Estrutural_T%C3%A3o-antiga-e-t%C3%A3o-atual_cavalheiro1.pdf). Acesso em: Agosto 2022.

CRUZ, Herbert M.; SANTOS, Débora D. G.; MENDES, Ludmilson A. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas contrutivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 49-65, jan./mar. 2018.

DAMELIO, Robert. **The Basics of Process Mapping**. Nova Iorque, NY - Estados Unidos: Productivity Press, 2011.

DE FILIPPI, Giancarlo A.; MELHADO, Sílvio B. Um estudo sobre as causas de atrasos de empreendimentos imobiliários na região metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 161-173, jul./set. 2015.

DIRETORIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Guia simplificado de boas práticas em modelagem de processos com BPMN**. [S.l.]: [S.n.], 2019. Disponível em: <https://www.ufmg.br/dti/wp-content/uploads/2019/01/POP-0001-ANEXO-A-Guia-simplificado-de-boas-praticas-em-modelagem.pdf>. Acesso em: Outubro 2022.

ELLERES, Bruno M.; SANTANA, Wylliam B.; MAUÉS, Luiz Maurício F. Produtividade na alvenaria estrutural em blocos cerâmicos. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, João Pessoa, 2016.

FELLOWS, Richard; LIU, Anita. **Research Methods for Construction**. West Sussex: Wiley Blackwell, v. 4º Edição, 2015.

FERNANDES, Bruno S.; DE ALCÂNTARA E SILVA, Felipe P. Diagrama de Ishikawa e aplicações na engenharia de planejamento, 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/diagrama-de-ishikawa-e-aplicacoes-na-engenharia-de-planejamento/>. Acesso em: Outubro 2022.

FLEURY, Maria Tereza L.; WERLANG, Sérgio. Pesquisa aplicada - Conceitos e abordagens. **GVPesquisa - Anuário de Pesquisa**, p. 10-15, 2017.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. São Paulo: Atlas, v. 4º Edição, 2002.

ISHIKAWA, Dr. Kaoru. **Guide to Quality Control**. Tóquio - Japão: Asian Productivity Organization, 1976.

KALIL, Silvia Maria B.; LEGGERINI, Maria regina; BONACHESKI, Vinicius. Alveraria Estrutural - Apostila. **PUCRS**, 2007. Disponível em:

- [https://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos\\_Especiais\\_-\\_Alvenaria\\_Estrutural/Alvenaria\\_1\\_NOVA\\_VERSAO.pdf](https://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Alvenaria_Estrutural/Alvenaria_1_NOVA_VERSAO.pdf). Acesso em: Outubro 2022.
- LIMA, Tomás. Vale a pena utilizar a alvenaria estrutural? **Sienge**, Setembro 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: Agosto 2022.
- MANZIONE, Leonardo. **Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural**. [S.l.]: O nome da Rosa, 2004.
- MATTOS, Aldo D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010. ISBN 9878-85-7266-223-9.
- MOHAMAD , Gihad; MACHADO, Diego Wilian N.; JANTSCH, Ana Cláudia A. **Alvenaria Estrutural: Construindo Conhecimento**. [S.l.]: Blucher, 2017.
- PRUDÊNCIO JR, Luiz R.; DE OLIVEIRA, Alexandre L.; BEDIN, Carlos A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002.
- RAMALHO, Marcio; CORRÊA, Marcio. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. [S.l.]: Pini, 2003.
- RAUBER, Felipe C. **Contribuições ao Projeto Arquitetônico de edifícios em Alvenaria Estrutural**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria. 2005.
- SABBATINI, Fernando H. Alvenaria Estrutural - Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico, 2003. Disponível em: <https://www.sabbatini.com/fernando/publicacoes.html>. Acesso em: Julho 2022.
- SANTOS, Altair. Alvenaria estrutural lidera industrialização de obras. **Cimento Itambé**, 2012. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/alvenaria-estrutural-lidera-industrializacao-de-obras/>. Acesso em: Agosto 2022.
- SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS. Compra e venda de imóvel - Prazo de tolerância de 180 dias. **TJDFT**, 2020. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/consultas/jurisprudencia/jurisprudencia-em-temas/jurisprudencia-em->

detalhes/compra-e-venda-de-imovel-em-construcao/prazo-de-tolerancia-de-180-dias-para-entrega-de-obras-2500-validade. Acesso em: Outubro 2022.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de Projetos - Estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, v. 7º Edição, 2009.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, v. 2º Edição, 2001.