



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**JOÃO VICENTE LOPES DA SILVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DE UM CANTEIRO DE OBRA**  
**EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

**Tubarão**  
**2021**

**JOÃO VICENTE LOPES DA SILVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DE UM CANTEIRO DE OBRA  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade  
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial  
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Charles Mendes de Souza

Tubarão

2021

**JOÃO VICENTE LOPES DA SILVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DE UM CANTEIRO DE OBRA  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 05 de julho de 2021.

---

Prof. e orientador Charles Mendes de Souza, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Gil Félix Madalena, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esse trabalho de conclusão de curso à minha amada mãe, falecida durante a fase final da elaboração do trabalho, que de onde ela esteja tenha orgulho do engenheiro que serei. Todo o esforço para concluir a graduação neste semestre foi para realizar o sonho da vida dela em formar um filho. Te amo, mãe.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que sempre esteve ao meu lado, mesmo eu me mantendo afastado d'Ele, Ele sempre esteve comigo.

Agradeço também aos meus pais e minha irmã, os quais foram a minha força para enfrentar tantas dificuldades que encontrei no caminho, principalmente a minha mãe por ter me concedido o dom da vida.

Aos meus avós Sr. Teno e Sra. Léa que nunca mediram esforços para me ver em uma universidade e concluir meu ensino superior.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Charles Mendes de Souza e a Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, os quais me auxiliaram para o desenvolvimento e correção deste trabalho.

Agradeço também a todos que direta ou indiretamente participaram da minha vida acadêmica, como todos colegas e professores desde a UFPel até a Unisul.

E por fim, agradeço a minha namorada Vitória Daitx de Oliveira, que foi uma peça-chave para a conclusão desse trabalho, me auxiliando desde correções até mesmo na procura por materiais e pesquisas. Além de ter sido meu grande suporte psicológico para suportar essa reta final de graduação.

Obrigado a todos pela paciência, atenção, carinho e dedicação.

## RESUMO

O planejamento de execução em obras de alvenaria estrutural ainda é pouco abordado dentro do mundo da construção civil. O mesmo implica em diversos ganhos ao andamento de uma construção, tanto econômicos, como na redução de prazos e no aumento da qualidade do serviço prestado. No entanto, a ausência de um planejamento na organização do canteiro e a falta de preocupação com a cadeia de execução da obra acarreta a baixa produtividade da mão de obra, perda de tempo em transporte interno de materiais, além de um possível desperdício de horas com atividades improdutivas e material não aproveitado. O presente estudo aborda a análise e avaliação da organização e planejamento do canteiro de obra em uma edificação de alvenaria estrutural de oito pavimentos na cidade de Tubarão/Santa Catarina (SC), além disso analisa o transporte e armazenamento dos materiais dentro do canteiro. Através da compreensão de projetos e imagens do canteiro de obra, foi possível identificar medidas adotadas pelos responsáveis da obra, as quais foram de encontro com o que se classifica como formas ideais de armazenamento e transporte de materiais em obras em alvenaria estrutural. Entretanto, alguns pontos poderiam ter sido observados com maior atenção e relevância pelos responsáveis pela organização do canteiro de obras. Contudo, foi possível notar que as medidas que estavam ao alcance da construtora para implementar um sistema eficaz, voltado a melhora da logística interna do canteiro foi implementado ou adequado para a realidade que o canteiro enfrentava. Este estudo teve como finalidade identificar e caracterizar quais medidas adotadas nesta obra estavam de acordo com o ideal ao melhor planejamento de execução e, conseqüentemente, servir de material de apoio para auxiliar futuras pesquisas relacionadas ao planejamento de canteiros de obras em alvenaria estrutural.

Palavras-chave: Construção civil. Canteiro de obra. Organização do canteiro.

## **ABSTRACT**

The execution planning in structural masonry works is still little addressed within the world of civil construction. The same implies several gains to the progress of construction, both economically, as well as in the reduction of deadlines and the increase of the quality of the service provided. However, the absence of planning in the organization of the construction site and the lack of concern with the work execution chain leads to low labor productivity, lost time in internal transport of materials, as well as a possible waste of hours with unproductive activities and unused material. The present study addresses the analysis and evaluation of the organization and planning of the construction site in an eight-story structural masonry building in the city of Tubarão/Santa Catarina (SC) and analyzes the transportation and storage of materials within the site. Through the understanding of projects and images of the construction site, it was possible to identify measures adopted by those responsible for the project, which were in line with what is classified as ideal forms of storage and transportation of materials in structural masonry construction. However, some points could have been observed with more attention and relevance by those responsible for organizing the construction site. However, it was possible to notice that the measures that were within the construction company's reach to implement an effective system, aimed at improving the site's internal logistics, were implemented or adequate to the reality that the site was facing. This study aimed to identify and characterize which measures adopted in this work were following the ideal to the best execution planning and, consequently, it serves as supporting material to aid future research related to the planning of construction sites in structural masonry.

**Keywords:** Civil construction. Construction sites. Work site organization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de família de blocos cerâmicos.....	17
Figura 2 – Exemplo de família de blocos de concreto.....	18
Figura 3 – Cores para blocos de concreto. ....	18
Figura 4 – Esquema alvenaria estrutural.....	20
Figura 5 – Amarração de canto com largura diferente do módulo, sem bloco especial. ....	22
Figura 6 - A) Canto com bloco especial; B) Três paredes com bloco especial.....	22
Figura 7 - Modulação da 1ª e 2ª fiadas (planta baixa em 3D).....	23
Figura 8 – A) Obra não racionalizada. B) Obra racionalizada. ....	31
Figura 9 - Projeto planta baixa térreo e layout do canteiro de obras. ....	33
Figura 10 - Localização instalações provisórias.....	34
Figura 11 - Estocagem de materiais.....	34
Figura 12 - Localização da ferragem e carpintaria. ....	35
Figura 13 - Planta de fiada ímpar.....	37
Figura 14 - Identificação da resistência dos blocos. ....	38
Figura 15 - Elevador de cremalheira residencial Verona.....	39
Figura 16- Aplicação de argamassa usinada com o auxílio do elevador de cremalheira.....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Informativa da utilização blocos de três resistências distintas.....	38
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	<b>Objetivo geral</b>	<b>15</b>
1.2.2	<b>Objetivos específicos</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1	COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL	16
2.1.1	<b>Blocos ou tijolos (unidade)</b>	<b>16</b>
2.1.2	Argamassa	19
2.1.3	Graute	19
2.1.4	Armadura	20
2.1.5	Paredes	20
2.2	MODULAÇÃO	21
2.3	PARÂMETROS PARA ESCOLHA DO SISTEMA	23
2.4	ASPECTOS POSITIVOS DO SISTEMA	25
2.5	ASPECTOS NEGATIVOS DO SISTEMA	26
2.6	RACIONALIZAÇÃO DE CANTEIROS	27
2.6.1	<b>Planejamento do canteiro</b>	<b>27</b>
2.6.2	<b>Armazenamento e Transporte de Materiais</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>33</b>
4.1	LAYOUT DO CANTEIRO DE OBRAS	33
4.2	ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAIS NO CANTEIRO DE OBRAS	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>41</b>
	REFERÊNCIAS	42

## 1 INTRODUÇÃO

Há centenas de anos a alvenaria é utilizada como elemento estrutural de diferentes tipos de construções, antes mesmo da realização de um estudo e/ou análise da sua eficácia e durabilidade. Data-se por volta de 2600 a.C. uma das primeiras edificações que utilizou a alvenaria para compor função estrutural, trata-se das pirâmides de Gizé, compostas por aproximadamente 2,3 milhões de blocos sobrepostos cumprindo a função estrutural (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), além das pirâmides de Gizé, a alvenaria foi retratada muitas outras vezes somente como uma estrutura comprimida, como no Farol de Alexandria (280 a.C.), Coliseu (70 d.C.), Catedral de Reims (1300), Edifício Monadnock (1891), entre outros.

O edifício Monadnock, construído em Chicago entre os anos 1889 e 1891, foi considerado o símbolo da moderna alvenaria estrutural, contendo 16 pavimentos e uma altura de 65 metros. O mesmo conta com algumas particularidades, as quais acreditavam ser o limite da alvenaria estrutural para a época, como paredes com espessura de 1,80m na base (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

No Brasil, a utilização da alvenaria como método construtivo se dá desde o início da colonização, porém o seu uso como elemento estrutural na edificação é recente. Supõe-se que o primeiro edifício de alvenaria estrutural do país foi construído na década de 60, com 4 pavimentos na cidade de São Paulo. Já na década de 70, também em São Paulo, o Central Parque Lapa já possuiu 4 blocos com 12 pavimentos cada, com a alvenaria armada de blocos de concreto (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), obtém-se notícias de alvenaria não-armada em edificações brasileiras somente por volta de 1977, uma edificação com 9 pavimentos.

Para Paiva (2012), a busca por novos horizontes e análise de custos dentro da engenharia civil, fez com que a utilização da alvenaria estrutural ganhasse bastante espaço. Embora o seu uso ainda não ser tão arrojado em edificações muito sofisticadas, a mesma atende o grande mercado dos conjuntos habitacionais, como por exemplo o programa Minha Casa Minha Vida do governo federal, construídos normalmente em blocos de no máximo 5 pavimentos, buscando a produção de um número elevado de unidades em curto espaço de tempo.

A alvenaria estrutural é uma forma construtiva que executa simultaneamente a estrutura e vedação da edificação. Neste processo de construção, não se faz uso de vigas e pilares, deixando a função estrutural somente para os blocos estruturais, os quais desempenham concomitantemente as funções de vedação e estrutura da construção. Estas características permitem a construção de muros, residências unifamiliares, edifícios multifamiliares até mesmo obras industriais. (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2012). De acordo com Manzione (2007), a alvenaria estrutural necessita da integração de projetos focados na produção e responsáveis por assentar todos os outros setores da edificação. Caso seja aplicada de maneira correta, a alvenaria estrutural pode influenciar consideravelmente no custo de produção entre outras inúmeras vantagens na execução da obra.

Segundo Pôncio (2016), o planejamento é definido como uma tarefa de gestão e administração de extrema importância, estando diretamente relacionado com a preparação, organização e estruturação de determinado projeto (objetivo). Já para Marques (2020), planejamento é o ato de criar e idealizar uma ação de forma antecipada, assim desenvolvendo estratégias ideadas para alcançar determinado objetivo. Essa análise aprofundada das ocasiões é essencial para se tomar decisões precisas, e assim obter êxito em suas escolhas.

Para Fonseca (2013), planejar um canteiro de obras é um dos fatores mais descuidados pelas construtoras no país. A falta de um planejamento pode criar um canteiro desprovido de organização e logística, que são necessários para que se possa garantir um ambiente de trabalho apropriado ao desenvolvimento da produção de uma edificação. A falta de adequação de um ambiente de trabalho é um dos principais motivos da baixa produtividade e qualidade, das perdas consideráveis e do constante retrabalho.

Para que se obtenha um considerável nível de satisfação com a escolha e utilização da alvenaria estrutural como método construtivo, além da comunicação entre os variados tipos de projetos existentes na obra, deve haver um planejamento de execução muito bem definido e alinhado, para que não haja nenhum transtorno e/ou retrabalho por parte de projetistas ou empreiteiros. Dessa forma, o presente trabalho buscará contribuir para futuros planejamentos de execução em edificações em alvenaria estrutural de múltiplos pavimentos, através do auxílio de bibliografias já conceituadas e visitas em obras com as características citadas para observar e pontuar possíveis conflitos de planejamento.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil não para de crescer no decorrer dos anos, buscando cada vez mais a excelência e a qualidade das obras. Há alguns anos, essa busca por excelência e qualidade começou a ganhar novas ferramentas para obtenção de um diagnóstico mais qualificado e de maior exatidão.

Diante disso, houve uma grande evolução na forma de gerir e executar obras, com uma responsabilidade muito maior para todos os envolvidos, desde o projeto até o canteiro de obras. Uma utilização constante de relatórios diários, semanais e mensais para que haja uma documentação, e assim parâmetros a serem analisados e interpretados, buscando uma obra cada vez mais eficiente, rápida e de qualidade. Unindo de uma maneira bem corriqueira os princípios de otimização de produção, espaço e tempo com os métodos já utilizados na engenharia civil.

Com toda busca pelo avanço da qualidade nas obras, nota-se uma preocupação com a forma construtiva utilizada para determinado tipo de construção, assim obtendo a melhor escolha e maior rendimento global no canteiro. Desta forma, o tradicional concreto armado deixou de ser utilizado em determinados tipos de obras, dando espaço para Alvenaria Estrutural.

Segundo Paiva (2012), a alvenaria estrutural deve ser usada em sua plena capacidade, de forma racionalizada e aproveitando todos os seus benefícios. Se faz necessária uma gestão de todos os itens produtivos do sistema. De nada adianta focar apenas em itens técnicos e de projetos do sistema, e não ter um gerenciamento e planejamento da execução.

Inúmeras obras de alvenaria estrutural estão sendo executadas sem atenção e preocupação com a qualidade do serviço prestado, pensando apenas na velocidade e volume de construção. Ao analisar estas afirmações nota-se diversas irregularidades na alvenaria ainda na fase de execução (RICHTER; MASUERO; FORMOSO, 2010).

Para Prudêncio, Oliveira e Bedin, (2002), o método construtivo de alvenaria estrutural já possui diversos problemas de execução diagnosticados. Estes decorrentes da falta de uma mão de obra especializada, materiais de baixa qualidade ou mal utilizados, e a falta de informações necessárias para execução do projeto.

Contando com a grande quantidade de obras em alvenaria estrutural que estão surgindo em nosso país, julga-se interessante e de grande valia caracterizar os erros no planejamento da execução da obra. Identificando os problemas enfrentados pelas construtoras ao sair da fase de projeto e começar a executá-lo. Após identificar e caracterizar os problemas na fase de execução, será apontada/sugerida uma contribuição para diminuir e/ou erradicar os mesmos a fim de evitá-los.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Estudo de caso visando contribuir para o planejamento de execução de obra em alvenaria estrutural em um canteiro de uma edificação de oito pavimentos na cidade de Tubarão/Santa Catarina (SC).

### 1.2.2 Objetivos específicos

Analisar os principais conceitos de construção racionalizada dentro do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural.

Analisar o armazenamento, movimentação de materiais e transporte vertical em uma obra de alvenaria estrutural na cidade de Tubarão/SC.

Identificar e caracterizar os principais problemas e soluções do layout do canteiro de obras proposto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico será abordado todo embasamento teórico do trabalho, através de uma revisão bibliográfica em livros, trabalhos científicos e sites, com a finalidade de enriquecer e dar credibilidade a pesquisa realizada.

Serão abordados todos os componentes da alvenaria estrutural, motivos para a escolha do método construtivo, aspectos positivos e negativos do sistema, além da modulação da alvenaria estrutural e a racionalização de canteiros.

### 2.1 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Neste tópico será abordado características dos principais componentes da alvenaria estrutural. Antes de começar as caracterizações, se faz necessário diferenciar os conceitos de componente e elemento.

Para Ramalho e Corrêa (2003), um componente da alvenaria estrutural é entendido como uma entidade básica, ou seja, uma parte necessária para compor os elementos, os quais formaram a estrutura. Dentre os componentes da alvenaria estrutural, destaca-se os: blocos (unidades), argamassa, graute e armadura. Tratando de elementos, podem ser considerados uma parte satisfatória da estrutura, formados por pelo menos dois dos componentes citados anteriormente. Considera-se elementos da alvenaria estrutural: paredes, cintas, vergas, pilares, etc.

#### 2.1.1 Blocos ou tijolos (unidade)

Consideradas as maiores responsáveis pela definição das características das resistências das estruturas, as unidades são componentes básicos da alvenaria estrutural. No Brasil, os materiais mais utilizados para a fabricação de blocos e tijolos para edificações em alvenaria estrutural, são: unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcárias (RAMALHO; CORRÊA, 2003). No presente trabalho será abordado somente as unidades cerâmicas e de concreto.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), quanto ao formato, as unidades podem ser vazadas ou maciças, denominadas blocos ou tijolos, respectivamente. Unidades maciças são aquelas que possuem um índice máximo de vazios de 25% de sua área total. Índice de vazios maiores do que o citado anteriormente, já classifica a unidade como vazada (bloco).

Considerando a sua aplicação, os blocos e/ou tijolos podem ser classificados como unidades estruturais ou de vedação.

Tratando das unidades cerâmicas, a NBR 15270-2 (ABNT, 2005) caracteriza: o bloco cerâmico como um componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares à sua face em sua composição. Ainda define que, os blocos de função estrutural são unidades vazadas com furos na vertical, ou seja, perpendiculares à face a qual será assentada. São classificados de acordo com sua resistência à compressão, tendo como resistência mínima 4 MPa. Apresentando diversos tamanhos e formatos, conforme exposto na Figura 1.

Figura 1 - Exemplo de família de blocos cerâmicos

BLOCOS COMPLEMENTARES		
 <p><b>DICAS DE UTILIZAÇÃO</b></p> <p>Para maior produtividade e redução do consumo de argamassa, utilize ferramentas como a canaleta ou a palheta. Antes do assentamento, recomenda-se também o umedecimento dos blocos.</p>	 <p><b>MEIO BLOCO</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C14</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 3,20</p> <p>Código BE.141914.00</p> <p>Blocos por pallet 384</p>	 <p><b>BLOCO E MEIO</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C44</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 9,60</p> <p>Código BE.141944.00</p> <p>Blocos por pallet 124</p>
 <p><b>COMPENSADOR 4</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C4</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 1,70</p> <p>Código BE.141904.00</p> <p>Blocos por pallet 1.200</p>	 <p><b>COMPENSADOR 9</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C9</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 2,70</p> <p>Código BE.141909.00</p> <p>Blocos por pallet 576</p>	 <p><b>ESPECIAL 19</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C19</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 4,30</p> <p>Código BE.141919.00</p> <p>Blocos por pallet 288</p>
 <p><b>ESPECIAL 21</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C21</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 4,80</p> <p>Código BE.141921.00</p> <p>Blocos por pallet 240</p>	 <p><b>ESPECIAL 24</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C24</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 5,30</p> <p>Código BE.141924.00</p> <p>Blocos por pallet 240</p>	 <p><b>MEIO HORIZONTAL</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 3,20</p> <p>Código BE.140929.00</p> <p>Blocos por pallet 384</p>
 <p><b>ENCUNHAMENTO</b> *</p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 6,70</p> <p>Código BV.142919.00</p> <p>Blocos por pallet 192</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>	 <p><b>CX. LUZ 4X2</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 6,10</p> <p>Código BE.141929.11</p> <p>Blocos por pallet 192</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>	 <p><b>CX. LUZ 4X4</b></p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 5,90</p> <p>Código BE.141929.21</p> <p>Blocos por pallet 192</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>
 <p><b>CANALETA "U"</b> *</p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 3,00</p> <p>Código BC.141029.82</p> <p>Blocos por pallet 504</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>	 <p><b>CANALETA "J"</b> *</p> <p>Dimensões (cm) L14/H19-10/C29 L14/H19-15/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 4,00 ≈ 4,50</p> <p>Código BC.141029.81 BC.141529.81</p> <p>Blocos por pallet 320 280</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>	 <p><b>CANALETA</b> *</p> <p>Dimensões (cm) L14/H19/C29</p> <p>Peso unitário (kg) ≈ 5,20</p> <p>Código BC.141929.00</p> <p>Blocos por pallet 280</p> <p>* Este produto não tem função estrutural</p>

www.pauluzzi.com.br

Fonte: Pauluzzi Produtos Cerâmicos Ltda (2020).

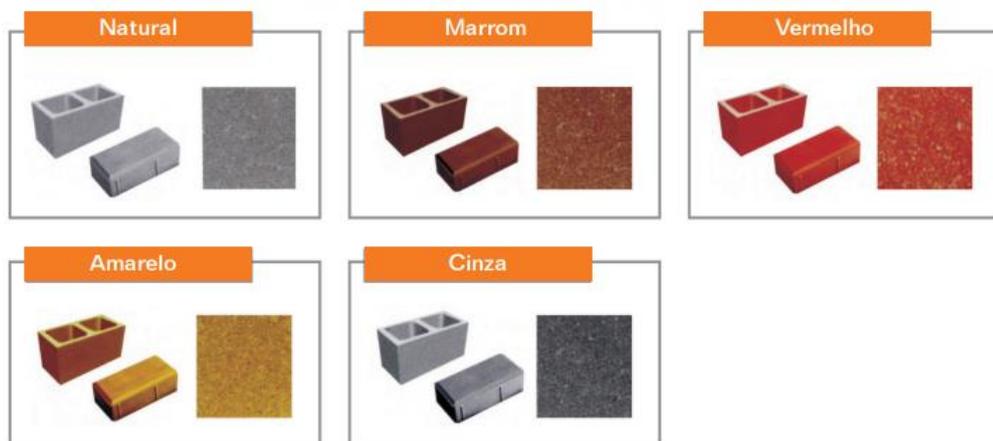
Já as unidades em concreto, temos como referência a NBR 6136 (ABNT, 2016), a qual retrata os blocos de concreto como elementos prismáticos, contendo dois ou três furos verticais perpendiculares a face de assentamento, com área útil menor ou igual a 75% de sua área total. Caso a condição não seja satisfatória, como citado anteriormente, o bloco é considerado maciço. Os blocos de concreto podem ser fabricados em diversas formas, tamanhos e cores (Figura 2 e Figura 3), de acordo com a necessidade da obra e a resistência à compressão, tendo como resistência mínima de 4,5 MPa.

Figura 2 – Exemplo de família de blocos de concreto.



Fonte: Sahara Tecnologia em Concreto (2020).

Figura 3 – Cores para blocos de concreto.



Fonte: Sahara Tecnologia em Concreto (2020).

### 2.1.2 Argamassa

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), a argamassa de assentamento tem como funções primordiais conectar as unidades, padronizar e transmitir as tensões absorvidas entre as unidades de alvenaria, corrigir mínimas irregularidades dimensionais do bloco e prevenir a passagem de água e vento para o lado interno das edificações.

Os tipos de argamassas utilizados para o assentamento das unidades podem ser à base de: cal, cimento, cal e cimento (mistas), cimentos de alvenaria, cimento com aditivos, entre outros. Dentre os tipos citados anteriormente, as argamassas mistas (cal e cimento) são as mais utilizadas para o assentamento da alvenaria estrutural. O tipo de argamassa utilizada dependerá da função a ser exercida na estrutura, condições de exposição as quais enfrentará e o tipo de unidade que será empregada (RAUBER, 2005).

Segundo Amorim (2010), para que a argamassa de assentamento possa desempenhar as funções requisitadas de forma plena, com elevados índices de produtividade e índices mínimos de desperdício, a mesma deve ter uma série de características e propriedades:

- Trabalhabilidade: permite um assentamento satisfatório;
- Elevada retenção de água: eliminar a falta de liga entre bloco e argamassa;
- Plasticidade: corrigir as deformações sem fissuras;
- Aderência: elevar os índices de absorção de esforços de cisalhamento e de tração;
- Tempo de enrijecimento: não atrapalhar os assentadores durante o serviço;
- Durabilidade.

### 2.1.3 Graute

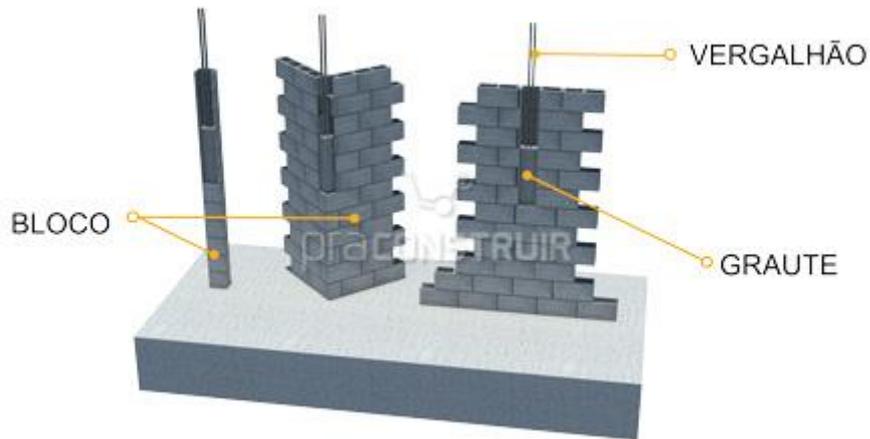
De acordo com Manzione (2007, p. 21) o graute é:

Microconcreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armaduras em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), espera-se que a união entre bloco, graute e possivelmente armadura (Figura 4) trabalhem de maneira conjunta, desempenhando funções semelhantes ao do concreto armado. Para que isso ocorra, a armadura deverá estar completamente envolvida pelo graute, o qual aderido à armadura e ao bloco, formam um grupamento único.

Considerando a produtividade e as questões econômicas, é de suma importância que o calculista amortize ao máximo a utilização dos pontos grauteados, pois este processo pode reduzir o ritmo de produção da alvenaria (MANZIONE, 2007).

Figura 4 – Esquema alvenaria estrutural.



Fonte: Praconstruir blog (2020).

#### 2.1.4 Armadura

O aço usado nas construções em alvenaria estrutural é o mesmo para as estruturas de concreto armado, a diferença é que deve ser envolto por graute, para que se tenha a garantia do trabalho conjunto entre todos os componentes da estrutura de alvenaria estrutural (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Segundo Manzione (2007), uma armadura alternativa para alvenaria estrutural seriam os grampos, os quais tem função de amarração das paredes. Porém, a sua utilização não é aconselhada, pois não realizam uma distribuição nas tensões, podendo assim gerar patologias na estrutura.

#### 2.1.5 Paredes

De acordo com Rauber (2005), as paredes em alvenaria estrutural podem ser definidas de acordo com a função exercida no sistema, como:

- Paredes estruturais: calculadas para resistir as ações verticais do peso de toda estrutura e da carga proveniente da ocupação da edificação.

- Paredes de vedação: não possuem função estrutural, usadas para separar ambientes internos e/ou para passagem de tubulações. Resistem somente ao seu próprio peso.
- Paredes enrijecedoras: tornam as paredes estruturais mais rígidas para combater a flambagem.
- Paredes de contraventamento: promovem o “travamento” da estrutura, são destinadas para que resistam as ações horizontais contra a estrutura, normalmente esforços vindos do meio externo, principalmente o vento.

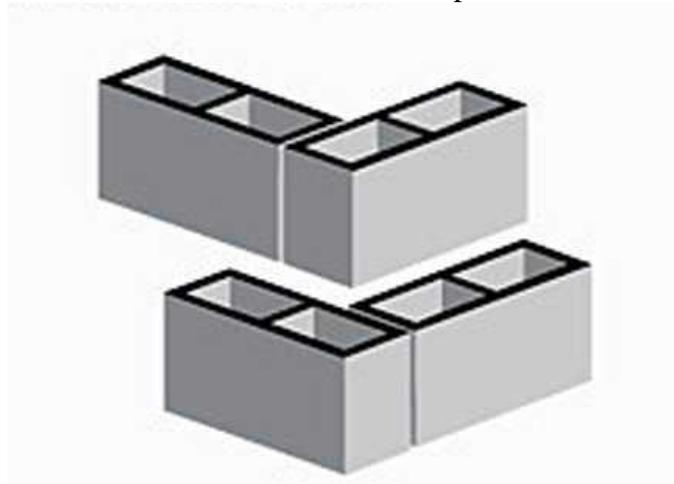
## 2.2 MODULAÇÃO

De acordo com Prudêncio, Oliveira e Bedin (2002) a modulação é um processo que busca mostrar que todas as dimensões das unidades serão múltiplas de um valor de referência, ou seja, apresentam uma relação entre as medidas do bloco a ser utilizado e o módulo dimensional adotado. Diante disso, obras em alvenaria estrutural devem considerar a coordenação modular para que se obtenha êxito.

Para auxiliar no êxito da modulação, é de grande importância que o comprimento e a largura do bloco estrutural sejam iguais ou múltiplos, a fim de que se possa ter um único módulo em planta. Caso isso ocorra, a amarração das paredes ficará simplificada, havendo ganho na racionalização do sistema construtivo. Todavia, se esta condição não for atendida, será indispensável a utilização de unidades especiais para a amarração das paredes, assim podendo haver implicações desagradáveis no arranjo estrutural (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

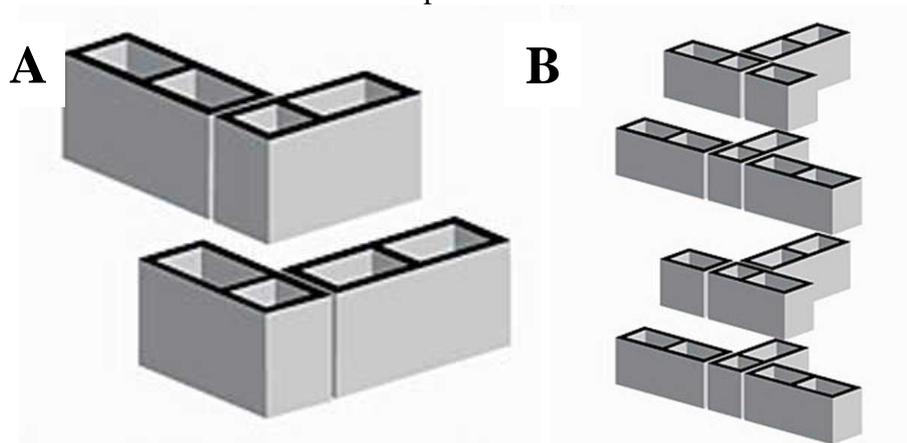
De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), será possível analisar as complicações decorrentes da utilização de blocos com largura menor que o módulo adotado na figura 5; e a saída encontrada para essas complicações é através da utilização de unidades especiais (Figura 6).

Figura 5 – Amarração de canto com largura diferente do módulo, sem bloco especial.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003).

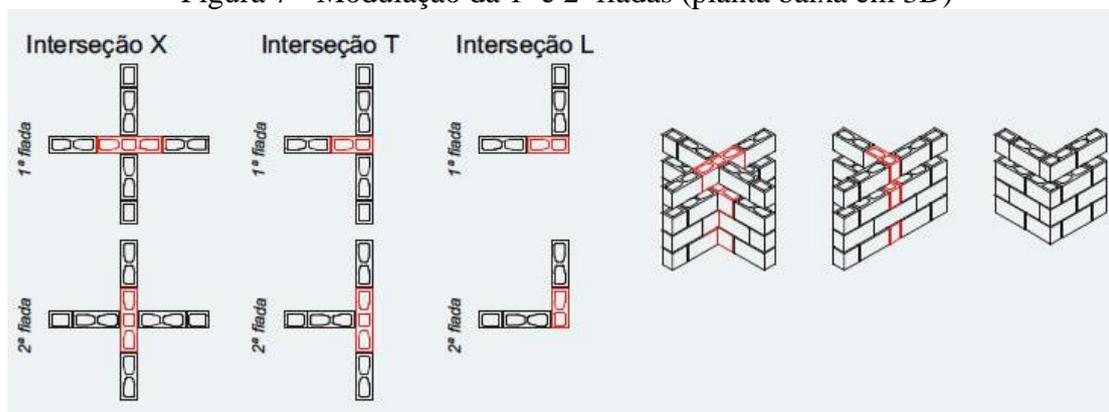
Figura 6 - A) Canto com bloco especial; B) Três paredes com bloco especial



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003).

Com a utilização das unidades certas, independente da utilização de blocos especiais, há a garantia do intertravamento entre as unidades de forma simples e lógica. Assim garantindo um padrão de sequência na disposição das unidades, sendo necessário (e comum) uma representação apenas da primeira e segunda fiada (Figura 7).

Figura 7 - Modulação da 1ª e 2ª fiadas (planta baixa em 3D)



Fonte: Curso de Análise de Alvenaria Estrutural (2009).

De acordo com Paiva (2012), uma obra em alvenaria estrutural bem definida e pensada para a utilização da modulação, resultará em diversos benefícios desde o projeto até a execução, como:

- Aumento da cooperação entre as diversas esferas da cadeia produtiva da construção civil;
- Diminuir a quantidade das unidades de diferentes medidas dentro do canteiro;
- Facilitar a marcação dentro do canteiro para posicionar e instalar cadeias hidráulicas e elétricas.

A utilização da modulação na alvenaria estrutural é a grande responsável pela racionalização obtida neste método. Segundo Silva (2003), definir um elemento padronizado é o início da modulação, logo, da racionalidade da obra. A partir da coordenação modular nas duas direções (horizontal e vertical) o projetista irá detalhar as alvenarias, obtendo plantas de primeira e segunda fiadas, além da elevação de cada parede. Nessas elevações, estão inclusas além das posições dos blocos, a presença de pontos elétricos e hidráulicos, vergas, contravergas, armaduras, grauteamento, etc. Todos os detalhamentos citados, buscam incrementar a construtibilidade da edificação, a fim de evitar improvisos no canteiro (PAIVA, 2012).

### 2.3 PARÂMETROS PARA ESCOLHA DO SISTEMA

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a escolha do método construtivo de alvenaria estrutural se dá por querer empregar a alvenaria, que usualmente é utilizada para vedação, também como função estrutural, evitando assim a utilização de vigas e pilares. Com a alvenaria desempenhando dupla função, algo visto com bons olhos em termos econômicos, os parâmetros utilizados para escolha do método devem ser muito bem analisados, para garantir uma

segurança a edificação. A alvenaria estrutural demanda materiais mais caros e mão de obra especializada, aumentando o seu custo em relação a alvenaria de vedação.

Normalmente, ao considerar o aumento do custo da obra com alvenaria estrutural, esta já se torna compensadora devido a retirada de vigas e pilares. Porém, se faz necessário prestar atenção em detalhes de extrema importância, para que a escolha não acabe tendo efeito contrário, ou seja, a obra tendo um custo muito maior que o calculado na fase preliminar (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), um sistema construtivo não pode ser empregado em qualquer tipo de edificação. Deve-se considerar alguns detalhes e características da edificação que será construída, para o método construtivo que melhor se encaixe seja escolhido. Para que haja maior esclarecimento, ao decidir pela utilização da alvenaria estrutural como método construtivo, devemos principalmente considerar três parâmetros de análise, como:

- Arranjo arquitetônico: deve-se analisar a densidade de paredes estruturais por m<sup>2</sup> de pavimento. Um valor que está dentro do aceitável seria entre 0,5 e 0,7m de paredes estruturais por m<sup>2</sup> de pavimento. Para edifícios que possuem arranjos arquitetônicos fora do trivial, a situação pode ser muito mais vantajosa, como também poderá aumentar as desvantagens.

- Altura da edificação: levando em consideração a altura, no Brasil recomenda-se que o máximo deve ser 15 ou 16 pavimentos. Acima deste número, os blocos encontrados no mercado não teriam resistência à compressão suficiente para que não haja grauteamento generalizado, o qual tornaria o método construtivo inviável no ponto de vista econômico. Mesmo com blocos com resistência satisfatória à compressão, as ações horizontais incidentes na estrutura produziram tensões de tração, sendo necessário a utilização de armaduras e grauteamento em diversos pontos, comprometendo economicamente a obra. Atualmente as maiores edificações em alvenaria estrutural no Brasil estão localizadas em Londrina e São Paulo, com 19 e 21 pavimentos, respectivamente (LIGASUL INCORPORADORA, 2020).

- Finalidade da construção: recomenda-se o uso da alvenaria estrutural em edificações de médio e baixo padrão, onde seus ambientes possuem pequenos vãos. Edificações que utilizem grandes vãos ou onde ocorre rearranjos de paredes internas, devido a necessidade do proprietário, como por exemplo em prédios comerciais. Diante disso, não deve utilizar a alvenaria estrutural, pois a mesma não possui essa flexibilidade arquitetônica. Assim, a finalidade da construção em alvenaria estrutural deve ser muito bem definida e repassada aos

proprietários, pois os mesmos devem estar cientes dos riscos que correm ao realizar modificações nas unidades.

#### 2.4 ASPECTOS POSITIVOS DO SISTEMA

Como já citado anteriormente, a alvenaria estrutural culmina em diversos benefícios em relação ao prazo, à economia e facilidades na execução. A mesma acarreta na racionalização dos processos construtivos e abrange toda estrutura da edificação, dispensando pilares e vigas, diferentemente das estruturas convencionais (AMORIM, 2010).

Comparando com as estruturas em concreto armado, podem ser citadas algumas vantagens ao escolher a alvenaria estrutural, como:

- Economia de formas: usadas somente quando há necessidade de concretagem das lajes, formas lisas, de baixo custo e elevado índice de reaproveitamento (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Economia de aço: assim como as formas, redução no uso do aço pelo fato da ausência de vigas e pilares na estrutura (VIEIRA, 2006).

- Redução no uso de revestimentos: pelo fato de utilizar blocos com qualidade controlada, que facilitam o revestimento, o qual internamente normalmente é feito com uma camada de gesso ou azulejo, ambos aplicados diretamente sobre os blocos (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Redução nos desperdícios de material e mão de obra: como as paredes em alvenaria estrutural não admitem intervenções posteriores a cura, impedindo rasgos nas paredes para passagem de tubulações hidráulicas ou elétricas, acabam assim reduzindo improvisos nas instalações e assim reduzindo o desperdício (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Etapas ocorrendo simultaneamente independente de execução (VIEIRA, 2006).

- Diminuição drástica de retrabalhos, diminuindo o prazo de execução e aumentando a produtividade da mão de obra (VIEIRA, 2006).

- Diminuição de especialidades na mão de obra, como carpinteiros e ferreiros (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Segurança para o trabalhador, por estar trabalhando dentro da alvenaria já levantada (VIEIRA, 2006).

- Sistema construtivo mais veloz, o qual depende somente do tempo de cura, quando houver, das lajes, representando vantagem econômica (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Ao analisar as vantagens acima citadas, nota-se que de uma forma geral, a vantagem na escolha da alvenaria estrutural se dá pela elevada racionalidade da execução, a qual reduz utilização de materiais e desperdícios comuns em obras de concreto armado.

## 2.5 ASPECTOS NEGATIVOS DO SISTEMA

Apesar das diversas vantagens, é necessário relatar as desvantagens ao optar pela alvenaria estrutural, as quais limitam tanto a construtora, como o cliente final da obra que deverá estar ciente de todas as particularidades que o sistema possui, sendo estas:

- Dificuldade de adaptar a arquitetura para novo uso: como as paredes são a parte fundamental da estrutura, não há possibilidade em rearranjo de espaços, ou seja, deve se manter a mesma arquitetura da edificação (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Necessidade de uma compatibilização exata entre projetos: como não se admite rasgos em paredes e rearranjo da estrutura, os projetos estruturais e de instalações devem estar em versões finais para começar a execução (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- Tamanho dos vãos: não podem ser muito grandes, pois necessitarão do uso de elementos pré-moldados e blocos de maior resistência (MANZIONE, 2007).

- Índice de esbeltez limitado: edificações muito esbeltas necessitam de uma elevada quantidade de aço, podendo assim inviabilizar economicamente a obra (MANZIONE, 2007).

- Não recomendação de balanços: caso utilizados, necessitariam de muita armadura para o combate aos esforços, podendo assim inviabilizar economicamente a obra (MANZIONE, 2007).

- Necessidade de mão de obra especializada: utiliza mão de obra extremamente qualificada e capaz de utilizar instrumentos apropriados para a sua execução. Sendo necessário o treinamento precedente para a equipe, a fim de evitar falhas na execução e comprometimento da segurança na obra (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Ao realizar uma análise das desvantagens, nota-se uma grande preocupação com a incapacidade de realizar rearranjos nas paredes, para que haja uma nova finalidade da construção. Muitos usuários não possuem conhecimento necessário para compreender o risco da realização de alterações no projeto inicial, pois estas mudanças podem comprometer a segurança da estrutura e acarretar grandes problemas. Risco esse que também pode ser causado pelo retrabalho na execução, ou seja, incompatibilidade de projetos também podem causar grandes danos na estrutura de alvenaria estrutural.

## 2.6 RACIONALIZAÇÃO DE CANTEIROS

A racionalização dentro do canteiro de obras, é a busca pela redução do uso de materiais, mão de obra e recursos, assim criando o conceito da “racionalização construtiva”. Para Sabbatini (1989), o conceito de racionalização construtiva pode ser definido como: “o processo que agrega todas as iniciativas que buscam otimizar a utilização de recursos materiais, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e econômicos da construção em todas suas fases”. De tal modo, cada vez mais a racionalização é adotada durante o processo construtivo, recurso que conta com um nível satisfatório de otimização e organização do canteiro de obras e as atividades presentes nele (BARROS E SABBATINI, 1998), sendo obtido por meio da realização de um planejamento adequado do canteiro.

### 2.6.1 Planejamento do canteiro

Podemos definir planejamento de um canteiro de obras como o planejamento do layout do canteiro e a logística das instalações provisórias e de segurança, sistema de movimentação e armazenamento de materiais (FONSECA, 2013). Efetuar um planejamento representa apontar antecipadamente o que será realizado, de qual forma e como será feito o processo, verificando quais objetivos devem ser atingidos, tendo em vista que se trata de um método permanente e contínuo, obtendo condições lógicas para que estabeleça e se conduza um sistema de produção (SANTOS, 2012).

O planejamento deve ser entendido como um ciclo constante, executado durante toda a obra. Não se deve planejar apenas uma vez, é necessário durante o andamento da obra realizar o que se chama de replanejamento. Essa ferramenta consiste em um instrumento que busca combater as dúvidas do processo construtivo para que não se tenham esperas. Faz necessário ter atenção com o layout do canteiro de obras, antevendo acondicionamento de materiais, deslocamento da mão de obra para realização de tarefas, áreas de descargas, entre outros fatores (ROSENBLUM et al., 2007).

Para Romano (2005), quem está à frente da produção deve, obrigatoriamente, encontrar formas de otimizar a logística dos fluxos de produção por meio de iniciativas, como: planejar o layout do canteiro direcionado para o recebimento, armazenamento, transporte horizontal e vertical dos materiais, racionalização de equipamentos, métodos e ferramentas, isso tudo em busca da qualidade, segurança e bem estar de todos, e do alcance de metas estabelecidas no planejamento.

De acordo com Mello (2008), a falta de um planejamento apropriado a qualquer obra acarreta a perda de lucros, de uma forma mais específica, um planejamento de canteiro de obras mal feito acarretará problemas futuros. Para que se tenha ideia, o desperdício em obras mal planejadas é tão grande, que com a quantidade de mão de obra e material desperdiçados em três obras, seria possível construir outra obra idêntica (GROHMANN, 1998).

Segundo Saurin e Formoso (2006), há três fatores que são atribuídos a falta de planejamento dos canteiros:

- Uma formação deficitária dos profissionais (engenheiros e arquitetos) em relação a gestão e segurança em canteiros;
- Empresas que possuem brechas nos setores de planejamento, as quais não prezam pela compatibilização de projetos na fase preliminar a construção e não consideram o caráter evolutivo da obra;
- Comodidade dos profissionais encarregados em sempre culpar a mão de obra pela falta de qualidade no setor, sendo que, quando bem treinada e motivada, podem agregar ao aumento da qualidade da construção.

O planejamento de um canteiro de obras possui como objetivo aproveitar da melhor forma a área útil, buscando realizar os serviços de maneira mais segura e eficiente. Para que isso ocorra, devem ser avaliados quatro quesitos:

- 1) Determinar e quantificar as instalações provisórias, e as áreas de armazenamento;
- 2) Dimensionar as instalações provisórias e áreas de armazenamento;
- 3) Definir seus formatos e como estarão dispostos ao longo do canteiro, para que haja a redução de deslocamentos;
- 4) Considerar o caráter evolutivo da obra, visando futuras alterações do layout do canteiro para que possa aumentar a produtividade do mesmo (SAURIN, 1997).

Toda a equipe de projeto, a responsável pela incorporação inclusive, deve estar relacionada e alinhada com o processo de produção do objeto final, em alvenaria estrutural. Já que deve ser de entendimento de todos como os elementos pré-moldados serão lançados, onde estarão alocados no canteiro, quais os prazos para executá-los, o quanto de material será necessário, quais técnicas serão utilizadas e quais equipamentos serão necessários durante a execução (SPERANDIO et al., 2004).

Segundos os mesmos autores, o plano de ataque das equipes deve levar em consideração as etapas, os recursos e os equipamentos utilizados, as interferências entre serviços, os afazeres, o nivelamento e o bom emprego da mão de obra, conseqüentemente. Pois

o aumento da produtividade é diretamente proporcional a este planejamento geral da obra. Com os microplanejamentos bem formados e estabelecidos, será possível realizar a realocação de equipes para produzir em unidades específicas da obra, em tempos pré-estabelecidos, alocando todo o material necessário para determinado serviço, o mais próximo possível de sua execução.

Considerando o planejamento do layout do canteiro, os quesitos de armazenamento e movimentação de materiais são considerados fatores marcantes para ocorrência de desperdícios e improdutividade da mão de obra (FORMOSO et al., 1996).

### **2.6.2 Armazenamento e Transporte de Materiais**

Para Santos (1995), o sistema de armazenamento e transporte assume um papel de suma importância para elevar os níveis de produtividade no setor da construção civil ao passo que a produtividade global da obra depende diretamente de sua eficácia e sua eficiência. Este sistema rege o funcionamento em harmonia dos diversos postos de trabalho no canteiro. A conservação dos postos sempre abastecidos, com a qualidade e quantidade correta de materiais, com custo e tempo adequados deveria ser uma das principais prioridades da administração do canteiro de obras.

Segundo Saurin (1997), deve haver um planejamento em cima do armazenamento de materiais, buscando a melhoria da produtividade dos processos, pois condições inadequadas de estocagem resultam em perdas de materiais e dificultam o acesso e controle do estoque. Portanto, os estoques devem ser diminuídos ao mínimo possível. A redução dos mesmos é uma prática proposta pelo sistema Just in time (JIT) de produção, o qual busca produzir com o menor estoque possível, porém a viabilidade deste sistema no canteiro está diretamente ligada a resolução de inúmeros gargalos, entre os meios de amortizar estes gargalos estão o planejamento do layout do canteiro e o SMAM (Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais).

Planejar o local de estoque é considerado de grande importância para a execução de uma obra de grande porte, tendo como melhor disposição próximo do lugar de aplicação, evitando assim o retrabalho no manuseio de materiais (SALES et al., 2004).

Segundo Santos (1995), para uma boa prática de estocagem, o canteiro deve acatar alguns requisitos gerais, podendo ser destacados: local adequado para estocagem; dimensionamento em torno da produção programada, mirando a redução de estoque; e o controle da entrada, saída e quantidade de materiais, com um profissional para esta tarefa. Para Sperandio et al. (2016), armazenar os materiais em locais adequados, assegura a qualidade dos

mesmos, além de facilitar o seu transporte no canteiro de obras, pois o transporte de materiais quando realizado de forma eficiente acarreta em um baixo índice de desperdício e menor improdutividade da mão de obra.

Outro ponto de extrema importância é a logística de transporte de cargas dentro do canteiro. Este procedimento demanda uma atenção especial para a sua elaboração, tendo em vista que se utiliza de equipamentos de transporte de cargas de grande porte (LYRA, 2005).

Segundo Sperandio et al. (2016), após a análise nas obras citadas em seu trabalho, verificou-se que a maioria do material encontrado no canteiro era recebido de forma que prejudicasse o mínimo a logística dentro do canteiro e o transporte interno do material, além de ser armazenado o mais próximo possível do local de utilização ou do ponto de transporte, garantindo a redução no tempo gasto com o transporte interno, ou seja, materiais cimentícios próximos às usinas de argamassa e/ou graute, assim como as baias de areia e brita. Pallets de blocos próximos à guindastes, gruas ou cremalheiras, para agilizar o transporte dos mesmos.

De acordo com Prado Neto, Peluso e Carvalho (2015), a análise e entendimento dos deslocamentos verticais e horizontais é indispensável para evitar possíveis desabastecimentos das frentes de serviço. Para evitar tais desperdícios, pode realizar a utilização de linhas de balanço, as quais procura manter os recursos de cada atividade ajustados, garantindo que todas tenham execuções com ritmos semelhantes. Para edificações mais esbeltas (principalmente), o uso de grautes usinados e argamassas industrializadas podem acentuar a produtividade no assentamento da alvenaria estrutural, através de pacotes paletizados e no ganho com a velocidade do grauteamento.

O planejamento e logística do canteiro de obras está ligada e é extremamente influenciada pela organização do trabalho, além disso no ramo da construção civil, não é o produto que se desloca, mas sim os trabalhadores que se movimentam ao redor ou até mesmo dentro do produto (BARBOSA, 2007).

Pesquisas sobre fluxos físicos no canteiro de obras apontam que a mecanização, sempre que possível, deve ter prioridade, pois além de diminuir o tempo em transporte de materiais, também reduz o gasto de mão de obra com atividades que não agregam valor ao produto (SALES et al., 2004).

A racionalização construtiva (planejamento, armazenamento e transporte de materiais), é a “alma” da alvenaria estrutural, muito do sucesso que o método construtivo obtém, é dado pela excelente economia, principalmente, de materiais, mão de obra, tempo de execução e transporte e custo de produção. Segundo Camacho (2006), de acordo com seu próprio conceito, a alvenaria estrutural é considerada um método construtivo projetado,

calculado e executado de forma racionalizada, o qual busca garantir diversos benefícios para a sua utilização e construção.

Quando corretamente projetada e tecnicamente bem executada, a alvenaria estrutural apresenta diminuição no consumo de matérias primas, obtendo um baixo índice de desperdício, tanto em mão de obra quanto em material, tornando simples as instalações, impedindo rasgos nas paredes, provocando facilidade e agilidade na construção (JUNIOR E BAVASTRI, 2012). A partir dos benefícios citados anteriormente é que a escolha e utilização da alvenaria estrutural garante um canteiro racionalizado, ou seja, limpo e organizado (Figura 8).

Figura 8 – A) Obra não racionalizada. B) Obra racionalizada.



Fonte: Revista Techne (2020).

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi realizado através do levantamento de informações técnicas na obra do Residencial Verona, a qual já está em construção no bairro oficinas na cidade de Tubarão/SC. Uma edificação multifamiliar composta por oito pavimentos, dos quais se dividem em pavimento térreo, com salão de festas e hall de entrada construídos em concreto armado, e nos outros pavimentos encontram-se os apartamentos, com dois dormitórios, todos em alvenaria estrutural cerâmica. O residencial Verona possui oito apartamentos por pavimento, totalizando assim 56 unidades na edificação.

A escolha do Residencial Verona se deu pela oportunidade de acompanhar a fase de execução do instrumento de estudo, sendo este a alvenaria estrutural (a partir do pavimento Tipo 1). O presente trabalho teve a finalidade de avaliar alguns critérios relacionados ao canteiro de obra que são utilizados dentro de uma construção, como: 1) armazenamento de materiais no canteiro de obra; 2) transporte de materiais no canteiro de obra; e 3) layout do canteiro de obras.

Para que ocorresse este estudo de caso, foi levado em conta a análise de projetos de execução e organização do canteiro (em arquivo DWG), registros da obra, fotografias e diários de obra. A fim de unir a maior quantidade de informações possíveis de cada critério avaliado para realizar a interpretação e facilitar o entendimento do objeto de estudo. Durante a análise do material disponibilizado pela empresa responsável, foi possível averiguar todas as formas de recebimento, estocagem e movimentação de insumos, assim como do layout escolhido para o canteiro da obra. Além deste material, através da ajuda de profissionais responsáveis pelo canteiro de obra, foi possível receber informações semanais dos tópicos analisados, bem como registros e atualizações referentes: 1) aos projetos; 2) layout do canteiro; 3) forma e armazenamento de materiais; e 4) forma de transporte de materiais.

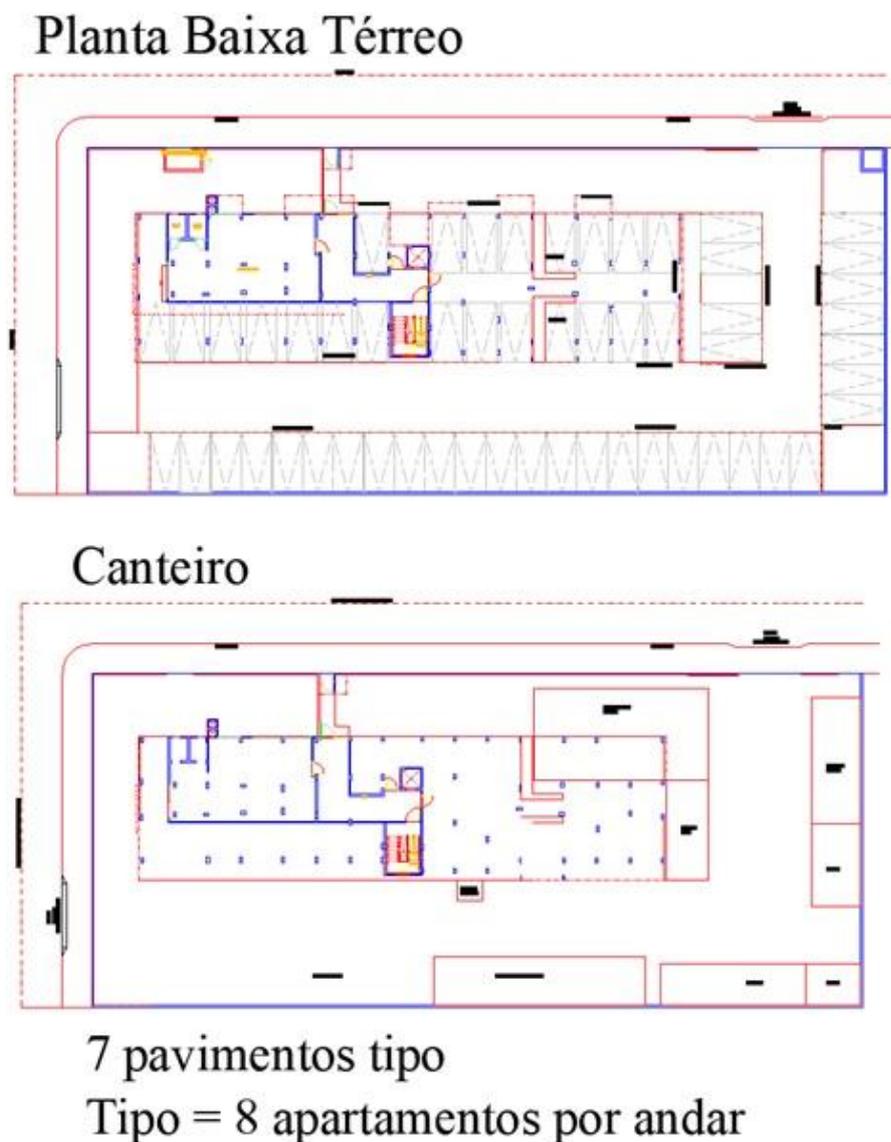
Após uma série de análises da situação do canteiro, andamento da obra, e consequentemente, o entendimento e familiarização dos processos e mecanismos adotados pela construtora, foi possível efetuar a compilação e análise dos resultados, e com isso, contribuir de alguma forma para o planejamento da execução de obras de alvenaria estrutural. Exposto esta etapa, o capítulo seguinte irá abordar os resultados e a discussão dos dados da pesquisa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 LAYOUT DO CANTEIRO DE OBRAS

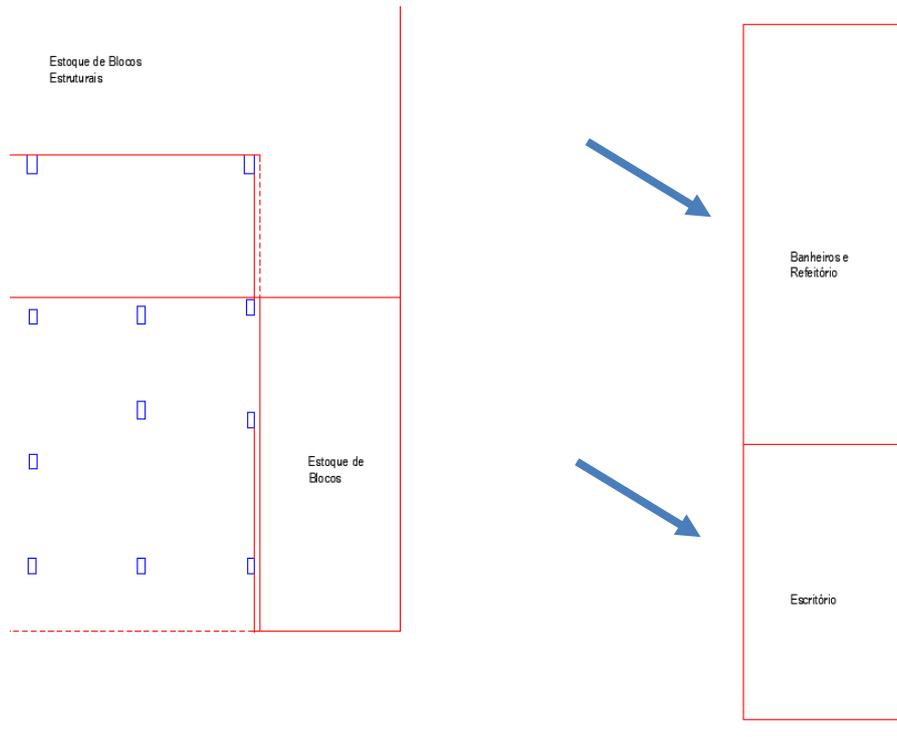
Em relação a análise do layout do canteiro de obras e o seu planejamento, realizados através da compreensão do projeto em arquivo DWG (Figura 9), o mesmo apresentava o pavimento térreo da edificação juntamente com o layout do restante do canteiro, com os locais de recebimento das instalações provisórias (Figura 10), estocagem de materiais (Figura 11), locais de execução de tarefas, como ferragem e carpintaria (Figura 12), previamente definidos e identificados.

Figura 9 - Projeto planta baixa térreo e layout do canteiro de obras.



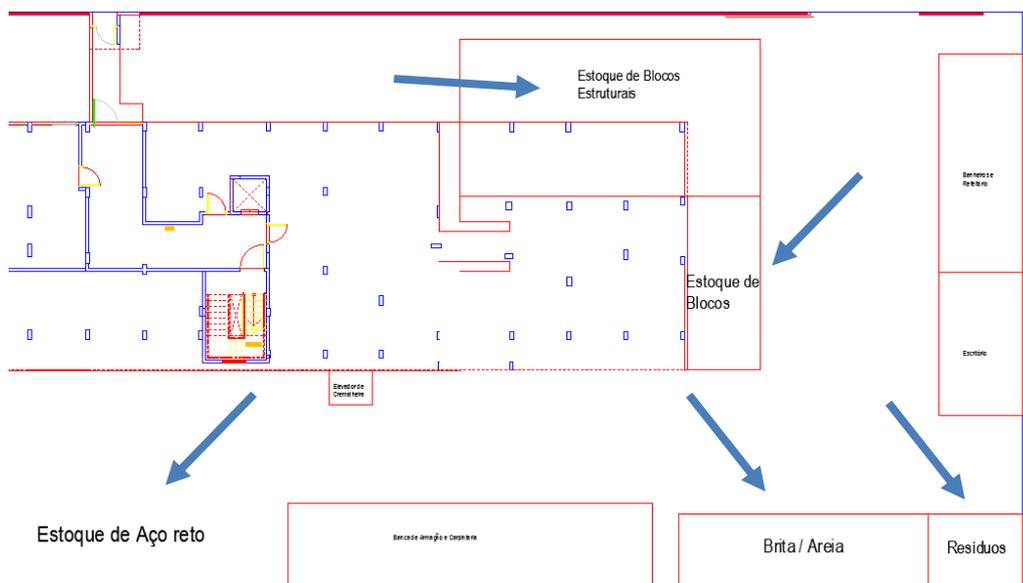
Fonte: Responsáveis pelo canteiro de obras (2021).

Figura 10 - Localização instalações provisórias.



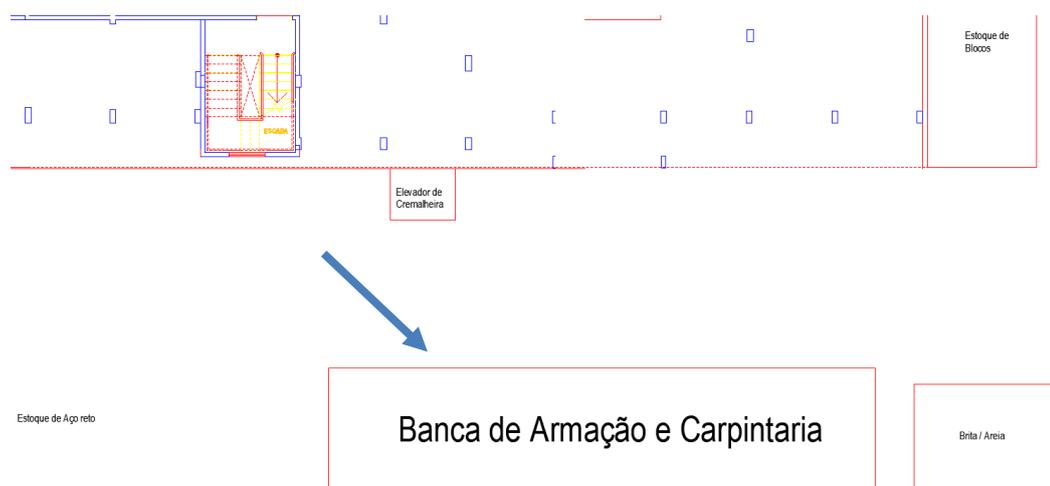
Fonte: Responsáveis pelo canteiro de obras (2021).

Figura 11 - Estocagem de materiais.



Fonte: Responsáveis pelo canteiro de obras (2021).

Figura 12 - Localização da ferragem e carpintaria.



Fonte: Autor (2021).

Com a disponibilização do projeto, foi verificado que o layout do canteiro de obras foi planejado através de uma reunião entre engenheiros e mestre de obras para chegar em um consenso de um modelo ideal do canteiro de obras, através de suas experiências particulares em obras. Foi informado que o mesmo não sofreu nenhuma alteração durante o progresso da obra do Residencial Verona. Conforme descrito anteriormente, a empresa na figura de seus engenheiros e mestre de obras tiveram a preocupação de antever um layout ideal do canteiro de obras, com a finalidade de otimizar a logística interna do canteiro. Segundo Romano (2005), o planejamento do layout do canteiro é uma ação extremamente importante e eficaz para que haja qualidade, segurança, satisfação e cumprimento de metas pré-estabelecidas no planejamento. Ao harmonizar o planejamento da empresa em relação a obra, com um plano de ataque e um sistema de logística conciliado ao layout do canteiro, demonstra a fidelidade da empresa e seus subordinados pela busca da implementação de um sistema de produção eficiente (SANTOS, 2012). De acordo com Santos (2012), se preocupar e buscar dar atenção mútua a esses requisitos acaba facilitando o alcance de metas traçadas previamente.

Conforme citado anteriormente, o layout do canteiro de obras do Residencial Verona não sofreu alterações, mantendo-se o mesmo do início ao fim da obra. No entanto, para Rosenblum et al. (2007) o layout do canteiro, prevendo toda logística com materiais e mão de obra a cada nova etapa, deve ser replanejado para que possa extrair o máximo rendimento da execução de cada etapa, a fim de evitar esperas na realização de determinado serviço. Porém, um dos motivos para que não houvesse a alteração do layout do canteiro de obras, foi devido o canteiro ser relativamente pequeno fazendo com que os profissionais priorizassem e estabelecessem uma rota para abastecimento de materiais vindos de fora do canteiro. Com isso,

buscando otimizar o tempo de descarga sem que haja prejuízo na execução de outras atividades dentro da obra. Como por exemplo, o local estabelecido para estocagem dos blocos estruturais (Figura 11), que está bem próximo do tapume, assim o caminhão realiza a descarga dos pallets de blocos sem precisar entrar no canteiro; o mesmo ficará estacionado do lado de fora abastecendo a obra por cima dos tapumes, evitando de trancar o caminho de algum outro veículo dentro do canteiro ou atividade de transporte interno.

#### 4.2 ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAIS NO CANTEIRO DE OBRAS

Se tratando do armazenamento e transporte de materiais no canteiro, após análise dos documentos disponibilizados, nota-se a preocupação dos profissionais em conciliar qualidade de armazenamento e agilidade no transporte dos materiais. Como citado anteriormente, os locais definidos para armazenagem de materiais tiveram que ser pensados para que pudessem servir bem a obra e ao mesmo tempo não atrapalhar a logística de abastecimento de materiais ao canteiro. Após considerar todos os fatores, foi estabelecido que os blocos estruturais (material mais transportado na obra) ficassem armazenados dentro da edificação no pavimento térreo (Figura 11), próximo ao portão de acesso da obra. Devido ao local facilitar o recebimento dos blocos, por possuir um espaço amplo que beneficia a separação dos blocos em suas respectivas resistências, ser um ambiente coberto na maior parte do tempo de obra, evitando a exposição a intempéries, e estar próximo do elevador de cremalheira (transporte vertical).

Através da leitura da planta de fiada ímpar (Figura 13), foi possível reparar que a obra utilizou de três tipos diferentes de blocos estruturais, os quais diferem um do outro em sua resistência (7MPa, 10MPa e 15MPa), informados em uma tabela presente na planta de fiada ímpar (Tabela 1). Devido a utilização de blocos com resistências diferentes, houve a preocupação em identificá-los de maneira clara no momento de seu armazenamento, através de placas informando a sua resistência (Figura 14). As formas escolhidas para o recebimento e armazenamento de materiais pelos responsáveis do Residencial Verona seguiram o princípio proposto por Sperandio et. al (2016), o qual ressalta que os materiais utilizados devem ser recebidos e armazenados de forma que influencie o mínimo possível na logística e na cadeia produtiva do canteiro.



Tabela 1- Informativa da utilização blocos de três resistências distintas.

Características da alvenaria estrutural em blocos cerâmicos					
Pavimento	Bloco ( $F_{BK}$ )	Graute ( $F_{GK}$ )	Argamassa ( $F_{GK}$ )	Prisma ( $F_{ALV}$ )	Prisma ( $F_{ALV}^*$ )
Tipo 1 e 2	15,0 MP <sub>A</sub>	25,0 MP <sub>A</sub>	12,0 MP <sub>A</sub>	9,0 MP <sub>A</sub>	13,0 MP <sub>A</sub>
Tipo 3, 4 e 5	10,0 MP <sub>A</sub>	20,0 MP <sub>A</sub>	8,0 MP <sub>A</sub>	6,5 MP <sub>A</sub>	11,0 MP <sub>A</sub>
Tipo 6 e 7	7,0 MP <sub>A</sub>	15,0 MP <sub>A</sub>	6,0 MP <sub>A</sub>	4,2 MP <sub>A</sub>	8,0 MP <sub>A</sub>

\*(Ensaio de prisma cheio)

Fonte: Projeto estrutural fornecido pelo Eng. Calculista (2021).

Figura 14 - Identificação da resistência dos blocos.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

O transporte horizontal dentro da obra se dá através de carrinhos, do ponto de estocagem do material até o local de utilização caso o mesmo esteja no térreo. Caso a utilização do material seja em algum dos pavimentos superiores, o mesmo é levado até o elevador de cremalheira (Figura 15), o qual transporta verticalmente o material até o pavimento desejado.

Segundo Fonseca (2013), a escolha do elevador de cremalheira para o transporte vertical de uma obra acarretará na perda de agilidade e de otimização do transporte vertical, pois ao optar pela utilização de uma grua, o ganho de transporte será o dobro de concreto, aço

e argamassa e oito vezes mais blocos (consegue transportar o pallet inteiro) quando comparado ao elevador de cremalheira. No entanto, não houve uma resposta concreta de que a perda na agilidade do transporte vertical no canteiro acarretou um prejuízo tão grande ao ponto de cogitar a utilização de uma grua nesta obra.

Figura 15 - Elevador de cremalheira residencial Verona



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Ao se tratar da estocagem de material dentro do canteiro de obras do Residencial Verona, foi possível perceber a preocupação em posicionar os estoques da melhor maneira possível. Com o objetivo de otimizar o tempo de transporte e a execução das atividades propostas, e aumentar a produtividade da mão de obra e a redução do tempo gasto com transportes de materiais. Preocupação essa que converge com o que Sales et al. (2004) e Sperandio et al. (2016) propõem em seus estudos, os quais visam a organização do transporte de materiais e conciliam com a estocagem correta dos mesmos, para que haja a redução do tempo gasto com mão de obra nesse tipo de transporte, atividade esta que não agrega valor ao produto final. Santos (1995), salienta a importância da boa prática da estocagem do material, o qual mira uma produção programada influenciando na redução do estoque, premissa essa que

não foi seguida à risca, pois houve momentos em que havia excesso ou falta de material no estoque da obra.

No Residencial Verona, por ser uma obra de grande porte, foi definido a utilização de argamassa e graute usinado, acarretando na diminuição de materiais no canteiro e transporte excessivo de dois materiais abundantes em uma obra em alvenaria estrutural (Figura 16). Prado Neto, Peluso e Carvalho (2015) citam em seu estudo que a utilização de materiais usinados acarreta o aumento da produtividade da mão de obra, pois reduz o tempo de transporte do material comparando com o elevador de cremalheira.

Figura 16- Aplicação de argamassa usinada com o auxílio do elevador de cremalheira



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

A escolha de materiais usinados no Residencial Verona foi devido a rapidez na execução do serviço, a diminuição de materiais dentro do canteiro e a mecanização de uma etapa da obra de grande importância. Os motivos para utilização desse material estão de acordo com o proposto por Fonseca (2013), pois segundo o autor a mecanização de atividades dentro de um canteiro de obras, devido à alta demanda dentro da construção civil, é uma excelente ferramenta para aumentar a rapidez na execução das atividades durante o processo.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo conseguiu identificar a organização do layout do canteiro do Residencial Verona, o qual se mostrou bem planejado, considerando as limitações que estavam submetidas. Desde a estocagem de materiais, visando a durabilidade do estoque e identificação dos materiais para a distinção entre eles, como visto com os blocos estruturais. Bem como, o transporte de materiais, sempre organizado para que estejam próximos das áreas de estoque evitando um transporte horizontal desnecessário. No entanto, a escolha do equipamento para a realização do transporte vertical poderia ter sido mais assertiva, optando pela grua, a qual conseguiria realizar o transporte dos blocos nos pallets e um maior volume de argamassa e outros materiais.

Esses erros e medidas devem ser cada vez mais observados e estudados com o objetivo de tornar este sistema construtivo cada vez mais eficiente e viável, possibilitando assim que a alvenaria estrutural seja mais implementada pelas construtoras no país, e principalmente na região Sul de Santa Catarina.

Por se tratar de um tema ainda com bastante resistência em relação a aceitação do sistema construtivo, o estudo também teve a finalidade de enriquecer a bibliografia já existente e quem sabe poder contribuir para futuras pesquisas. Além disso, a análise feita possibilitou o aprofundamento no assunto e o aumento do domínio da teoria e prática do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Por fim, ressaltamos que essas considerações aqui expostas não pretendem esgotar o assunto, mas contribuir de alguma forma para a discussão do tema e apontar o caminho para pesquisas subsequentes. Assim sugerindo novas pesquisas direcionadas ao planejamento de canteiros de obras, focando em medidas que possam auxiliar no planejamento do layout, considerando possíveis adversidades encontradas em relação a logística ou espaço físico do canteiro.

## REFERÊNCIAS

ALVENARIA estrutural: segurança, qualidade e rapidez na execução. **Ligasul incorporadora**, 14 de mar. de 2020. Disponível em: < <http://ligasul.com.br/2020/03/14/alvenaria-estrutural-seguranca-qualidade-e-rapidez-na-execucao/>>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

AMORIM, Lucas Freitas. **Estudo do processo de planejamento da execução no sistema de alvenaria estrutural em obras de múltiplos pavimentos**. 2010. 89 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos: NBR 15270**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos: NBR 6136**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BARBOSA, A. A. R. et al. Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 2, n. 2, 2007.

BARROS, M. M. B.; SABBATINI, F. H. Metodologia para Implantação de Tecnologia Construtivas Racionalizadas no Processo de Produção de Edifícios. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 1998. p. 569-576.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: LTC, v. 5, 2006.

FONSECA, Alexandre Lopes. **Estudo de instalação, organização e manutenção em canteiro de obras**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FORMOSO, C. T. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. **Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil**, 1996.

GROHMANN, M. Z. Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas em Santa Maria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: ENEGEP, 1998.

JUNIOR, M. S. C.; BAVASTRI, E. Y. N. Pesquisa de Alvenaria Estrutural, Racionalização, História, Vantagens e Desvantagens e Patologias. In: 54 ° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: CBC2012, 2012.

LYRA, R. R. **Construção Predial Lean - Mapeamento da Cadeia de Valor das Estruturas Metálicas**. 2005. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**, 2.ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2007.

MARQUES, J. R. Conceito de Planejamento: O que é e como funciona? **BLOG DO JRM**. Disponível em: < <https://www.jrmcoaching.com.br/blog/conceito-de-planejamento-o-que-e-e-como-funciona/>>. Acesso em: 06 de nov. de 2020.

MELO, M. T. C. D. et al. Proposta de Racionalização Na Construção Civil: Um Estudo de Caso em Uma Construtora na Cidade de Natal/RN. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: XVIII ENEGEP, 2008.

PAIVA, Emanuel Barbosa. **Caracterização de problemas recorrentes em projeto, planejamento e execução de obras em alvenaria estrutural**. 2012. 78 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

PARSEKIAN, G.A.; HAMID, A.A.; DRYSDALE, R.G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**, 1. ed. São Carlos: EdUFScar, 2012.

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS. **Linha de vedação**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/4032048-Pauluzzi-blocos-ceramicos.html>>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

PÔNCIO, R. J. O que é planejamento?. **Administradores**, 06 de nov. de 2016. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/o-que-e-planejamento#:~:text=O%20planejamento%20consiste%20em%20uma,em%20cada%20%20C3%A1rea%20da%20empresa>>. Acesso em: 03 de nov. de 2020.

PRADO NETO, A. P.; PELUSO, E. O.; CARVALHO, V. T. A. C. Alvenaria estrutural: **Empreendimento Flora Park II**. 2015. 59 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015.

PRUDÊNCIO JR., L. R; OLIVEIRA, A L.; BEDIN, C.A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland, Gtec - Florianópolis, 2002.

RAMALHO, M.A; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 188 p. ISBN 85-7266-147-6.

RAUBER, Felipe Claus. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

REIS, G. Família dos blocos de concreto. **Sahara**, 03 de maio de 2017. Disponível em: <<https://www.sahara.com.br/familia-dos-blocos-de-concreto/>>. Acesso em: 06 de nov. de 2020.

RICHTER, C.; MASUERO, A.B.; FORMOSO, C.T. Manifestações patológicas de alvenaria: uma análise de causa e efeito. In: VI Congresso Internacional sobre Patología e Recuperación de Estructuras, 2010, Córdoba. **Anais...** Córdoba: VI CINPAR, 2010.

ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. Sistematização das atividades relativas à pré-projeção no gerenciamento do processo de projeto de edificações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 5, 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: CEFET-PR, 2005.

ROSENBLUM, A. et al. Avaliação da Mentalidade Enxuta (Lean Thinking) na construção civil – Uma visão estratégica de implantação. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT)**, 2007.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 334 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SALES, A. L. F.; BARROS NETO, J. P.; ALMINO, I. A gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras focando a melhoria nos processos construtivos. In: **Conferência Latino-Americana de Construção sustentável**. 2004.

SANTOS, Aguinaldo. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: Um estudo de caso**. 1995. 170 p. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 1995.

SANTOS, L.C.; GOHR, C.F.; LAITANO, J.C.A. Planejamento sistemático de layout: adaptação e aplicação em operações de serviços. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 1 p. 01-21, 2012.

SAURIN, Tarcisio Abreu. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações**. 1997. 162 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. ANTAC, 2006.

SILVA, G. **Sistemas construtivos em concreto armado e alvenaria estrutural: uma análise comparativa de custos**. 2003. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SPERANDIO, K. P.; FRANÇA, S.; NUNES, V. A.; CARVALHO, M. C. R.; AZEVEDO, R. C. Racionalização no canteiro de obras: um estudo de caso em uma obra de alvenaria estrutural. In: 58° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2016, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 58° CBC2016.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006.