

# CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO POR MEIO DO MÉTODO CONSTRUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Edição 117 DEZ/22, Engenharias / 16/12/2022

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7449354

Idjarles Alves; Daniel Aquino; Carolina Fusco; Raphael Monteiro;

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina da Silva Fernandes.

## Resumo:

O objetivo do trabalho é reunir os principais pontos de atenção ao se construir edificações utilizando alvenaria estrutural, apresentando em uma linguagem acessível para que seja de fácil entendimento. A alvenaria estrutural existe há milhares de anos e começou com a utilização de conhecimentos empíricos, baseados na experiência dos construtores, em que a forma garantiu rigidez e estabilidade estrutural. Essas obras magníficas, existentes até à presente data em excelente estado de conservação, comprova o potencial, a qualidade e a durabilidade deste processo construtivo. O sucesso da estrutura de alvenaria decorre da superioridade do refinamento e planejamento sobre o empirismo e a improvisação. Sua vantagem em termos de velocidade de execução, usabilidade e desempenho, coroada pela economia e sustentabilidade, depende tanto da força técnica quanto do empenho dos profissionais responsáveis. A pesquisa mostrou que o simples uso da alvenaria pode trazer vantagens técnicas e econômicas, bem como desvantagens. Constatou-se que a utilização do sistema

parte de uma ideia muito interessante, que é a transformação de pedras, inicialmente com função especial de marcação, na própria edificação. Desta forma, a necessidade de pilares e vigas para suportar a estrutura normal pode ser evitada.

**Palavras-chave:** Alvenaria estrutural, Edifícios, Construção.

## **Construction of a building using the structural masonry construction method**

### **Abstract:**

The objective of the work is to gather the main points of attention when building buildings using structural masonry, presenting in an accessible language so that it is easy to understand. Structural masonry has existed for thousands of years and began with the use of empirical knowledge, based on the builders' experience, in which the form ensured rigidity and structural stability. These magnificent works, existing to date in excellent condition, prove the potential, quality and durability of this construction process. The success of the masonry structure stems from the superiority of refinement and planning over empiricism and improvisation. Its advantage in terms of execution speed, usability and performance, crowned by economy and sustainability, depends as much on the technical strength as on the commitment of the responsible professionals. Research has shown that the simple use of masonry can bring technical and economic advantages, as well as disadvantages. It was found that the use of the system stems from a very interesting idea, which is the transformation of stones, initially with a special marking function, in the building itself. In this way, the need for pillars and beams to support the normal structure can be avoided.

**Keywords:** Structural masonry. buildings. Construction.

## **1. INTRODUÇÃO**

As principais construções que marcaram a humanidade por conta de seus aspectos estruturais e arquitetônicos foram compostas por unidades de blocos

de pedra ou cerâmicas intertravadas com ou sem um material de ligação, como visto em grandes construções como as pirâmides do Egito, o Coliseu Romano e a Catedral de Notre Dame. São exemplos que se destacam em relação ao material, à forma tipológica, ao processo de construção e à segurança (HELENA JR, 2012; FREITAS JR., 2013).

Os blocos de pedra ou cerâmica como material estrutural constituiu o sistema estrutural mais limitado, em que a tipologia do arco permitiu superar grandes lacunas, sem o surgimento de tensões que levariam o material à ruptura (HELENA JR., 2012).

A arquitetura da época foi o resultado de uma combinação de efeitos, que fez as estruturas funcionarem basicamente à compressão, absorvendo os esforços horizontais devido à ação dos ventos, por meio dos contrafortes e arcobotantes (FREITAS JR., 2013).

Nos tempos antigos, o conhecimento era adquirido e transmitido por meio das experiências dos construtores, transmitindo, portanto, de geração em geração, até o início do século XX. Desse modo, a alvenaria estrutural foi um dos métodos mais empregados na Antiguidade, e ao longo dos anos, até a revolução industrial, com o surgimento do aço e do concreto tornando as obras mais versáteis no que concerne a produção – a chamada busca pela liberdade arquitetônica<sup>1</sup> (RIBEIRO, 2010).

A busca pela redução de custos e pela eficiência leva ao surgimento de estudos comparativos de métodos construtivos (RIBEIRO, 2010). No entanto, ainda se tem uma carência de estudos voltados para a comparação de custos, servindo de subsídios para profissionais e para o meio acadêmico, como uma análise prévia de qual tipo de estrutura deve ser adotada (FREITAS JR., 2013).

Para que erros durante a gestão deste processo de execução de alvenaria estrutural sejam evitados, tornando o método mais viável, neste artigo serão dissertadas as etapas de execução de um edifício de pequeno à médio porte utilizando o sistema de alvenaria estrutural, citando os pontos principais, apresentando alguns princípios para uma execução com a minimização de erros,

mostrando que é possível reduzir custos, prazo e desperdícios sem que a qualidade do serviço seja afetada durante o processo.

## **1.1. Justificativa**

Os métodos construtivos utilizados atualmente pelas empresas públicas de construção, no que diz respeito à construção de edifícios, além de apresentarem elevados custos, nem sempre determinam o desempenho satisfatório das edificações utilizadas, muitas vezes não proporcionam satisfação ao usuário. Vários são os fatores que contribuem para a continuidade do crescimento deste problema, dentre os quais se destacam: o uso insuficiente de materiais de construção, a falta de obras e diretrizes construtivas adequadas e o alto nível de destinação de resíduos.

A utilização de alvenaria como suporte estrutural em edificações vem sendo ampliada, principalmente porque permite, via de regra, reduzir o custo de fabricação de casas. A construção do edifício é usada principalmente como um material de suporte de carga para resistir à compressão.

A construção em alvenaria estrutural é muito utilizada em nosso país devido a seu baixo custo e geração de resíduos, porém pela falta de conhecimento, tanto de profissionais como a maioria da população, esse método acaba sendo motivo de críticas negativas. Apesar de as construções de concreto armado convencional terem uma maior aceitação devido à popularidade, com uma mão de obra própria e conveniente, nem sempre será a melhor escolha quando se procuram lucros em um menor prazo. Por isso, percebe-se a grande necessidade do desenvolvimento dessa pesquisa, pois acaba tendo falta de informações sobre o assunto, entre profissionais e população. De posse dessas informações, será possível contribuir com resultados que ajudara para realizações de novas pesquisas, e também contribuir com tomada de decisões por líderes de empresas construtoras.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Reunir os principais pontos de atenção ao se construir edificações utilizando alvenaria estrutural, apresentando em uma linguagem acessível para que seja de fácil entendimento.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Mostrar a origem da alvenaria estrutural e suas características;
- b) Apresentar as vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural;
- c) Explicar o conceito de insumos;
- d) Descrever projeto;
- e) Discorrer sobre os métodos construtivos.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Contexto Histórico – Alvenaria Estrutural**

Desde o momento em que o homem deixou de ser nômade para se tornar um agricultor passivo, há mais de dez mil anos, a humanidade viu a necessidade de um local de residência permanente, pensando na proteção dos animais e na evolução do clima, além de sua própria segurança. Portanto, segundo a história, a construção em pedra começou a se desenvolver na Mesopotâmia, a partir de tijolos de barro cozidos ao sol. Desde então, a construção tem sido utilizada para diversos fins, até obras milenares que narram a história humana e são marcos na história mundial e da engenharia (BASSO, 2020).

A alvenaria é um material de construção tradicional que vem sendo utilizado há milhares de anos e está entre as mais antigas formas de construção utilizadas pelo homem. É amplamente utilizado pelas pessoas em suas casas, templos religiosos e monumentos (ACCETTI, 1998). Como exemplo de como foi utilizado, tem-se a construção de torres no Egito, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Pirâmides no Egito



Fonte: Soares, 2011

Segundo Hendry (2002), a alvenaria foi tratada pela primeira vez como uma tecnologia na engenharia civil no século XVII. Embora o teste de resistência de elementos de alvenaria tenha sido realizado nos séculos XIX e XX, em vários países, os limites eram amplos, mesmo com métodos de cálculo ineficazes.

Soares (2011) diz que, inicialmente, os blocos de pedra eram utilizados como elementos de pedra, mas a partir do ano 4000 a. C., o barro começou a ser trabalhado, o que tornou a produção de tijolos. A maçonaria teve uma notável permanência como coisa organizada até o final do século XIX, mas devido à falta de estudos e pesquisas na área, não havia conhecimento de procedimentos de cálculo razoáveis. Foi necessário fazer medições exageradas para garantir a segurança da estrutura do edifício, pois os cálculos foram feitos apenas com base na experiência do projetista.

No Brasil, a alvenaria estrutural é utilizada desde o início do século XVII. No entanto, a construção de edifícios com blocos de construção, considerada um processo construtivo que visa a obtenção de edificações econômicas e racionais, levou muito tempo para encontrar seu lugar (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A construção civil apenas surgiu no final da década de 1960 como método construtivo. O primeiro marco no uso de tijolos de concreto na construção de concreto armado ocorreu em 1966, data foi construído o Conjunto Habitacional Central do Parque Lapa, em São Paulo. A obra teve quatro pisos e paredes com espessura de 19 cm (MOHAMAD, 2014, GARCIA, 2018). A Figura 2 mostra um exemplo desta função.



Figura 2. Conjunto Habitacional Central Parque Lapa



Fonte: Comunidade da Construção, 2021

Outra obra que é uma das construções mais relevantes em alvenaria estrutural é a

construção do Teatro Municipal de São Paulo realizada entre os anos de 1903 a 1911 (Figura 3).

Figura 3. Teatro Municipal de São Paulo



Fonte: Silva, 2003

Na década de 1960, uso de tijolos de concreto foi substituído por blocos vazados de concreto com pequenos prédios de quatro andares, executados segundo procedimentos baseados em padrões americanos (MOHAMAD, 2014, GARCIA, 2018). Ao longo dos anos, houveram adaptações e desenvolvimentos no país, onde esta tecnologia construtiva foi integrada com sucesso na década de 80, com marcos legais consistentes e abrangentes (SABBATINI, 2003).

Percebe-se sempre o bom uso dos blocos de construção em conjuntos habitacionais de baixa renda. Nas décadas de 1970 e 1980, o método de construção de paredes de concreto foi seguido pela primeira vez no Brasil, inspirado na construção que obteve bons resultados.



## 2.2. Características da Alvenaria Estrutural

A racionalização na construção consiste no esforço realizado para tornar mais eficiente a execução da obra, buscando sempre a melhor solução para os diversos problemas encontrados no serviço de alvenaria. No dizer de Rosso (1980), racionalização é um processo mental que governa as ações contra os desperdícios de tempo e materiais, de forma a aplicar o raciocínio sistemático dos processos produtivos, aplicando o raciocínio ordenado, coerente e resolutivo.

O potencial de racionalização construtiva de uma obra está ligado, primeiramente, aos projetos. São esses que vão determinar o grau de eficiência do sistema construtivo. Isso ocorre devido ao uso de inovações tecnológicas como: ferramentas, equipamentos, processos construtivos e coordenação dimensional dos componentes (THOMAZ, 2001). A alvenaria estrutural é um exemplo do sistema construtivo racionalizado, o que privilegia a integração de soluções em projeto, evitando desperdício tanto de tempo quanto de recursos. Tauil e Nese (2010, p. 19) afirmam que a alvenaria estrutural “[...]proporciona vantagens significativas no processo de racionalização da construção quando comparado a outros processos mais tradicionais”.

Para Vieira (2007), a racionalização é a principal vantagem da alvenaria estrutural, pois o sistema construtivo induz à racionalização de diversas atividades, como as instalações elétricas e hidráulicas agregadas à estrutura. Por conta da racionalização presente no sistema construtivo de alvenaria estrutural, Ramalho e Corrêa (2003, p.10-11) destacam algumas vantagens quando comparada com o método convencional de concreto armado:

- a) Economia de fôrmas: quando existem, as fôrmas se limitam às que se fazem necessárias para a concretagem das lajes. São, portanto, fôrmas lisas, baratas e de grande reaproveitamento;
- b) Redução significativa nos revestimentos: por utilizar-se blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa.

Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada

diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso dos azulejos, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos;

c) Redução nos desperdícios de material e mão de obra: o fato das paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é um importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarado como uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que encarecem significativamente o preço de uma construção;

d) Redução do número de especialidades: deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros;

e) Flexibilidade no ritmo de execução da obra: se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado.

A alvenaria consiste em construir estruturas colocando unidades individuais de pedra (tijolo, bloco de concreto, pedra, etc.). Normalmente, as unidades de pedra são assentadas com argamassa de cimento, que é unida para formar uma estrutura. A alvenaria pode fornecer belas paredes e pisos a preços econômicos. Devido às diferentes unidades de pedra, a construção em pedra é muitas vezes muito difícil. Devido à natureza de cimento, argila ou pedra dos materiais de construção, no entanto, a construção em alvenaria tende a durar mais e geralmente requer menos manutenção (ROCHEDO, 2012).

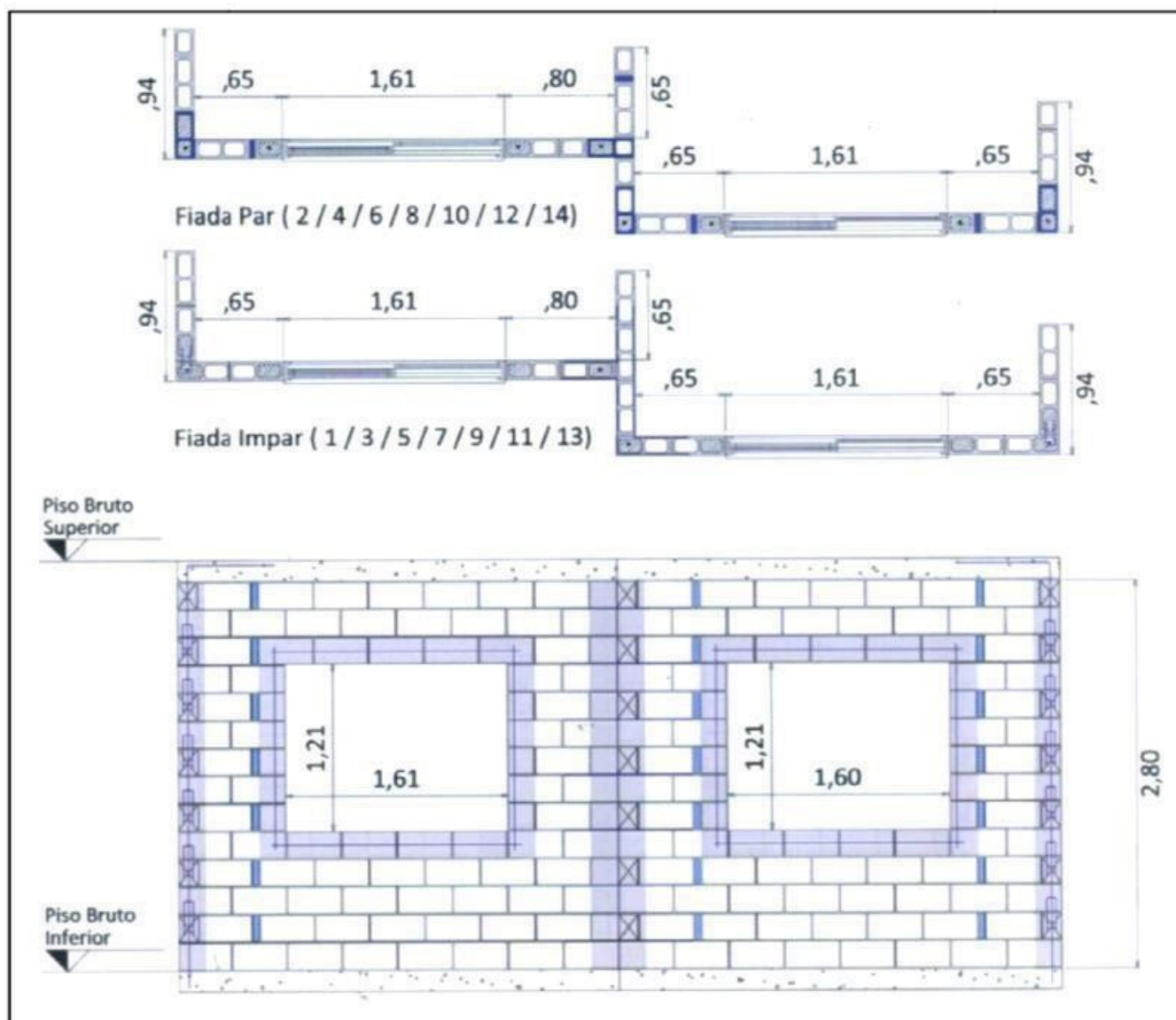
Ao nos depararmos com tantos apontamentos sobre a melhor proposta habitacional, em termos de custo, área habitacional e meio ambiente, o conhecimento da construção social e a combinação dessas propostas mostram absoluta importância (AZEVEDO; COSTA; ROCHA, 2016). Segundo Cavalheiro (1999), Alvenaria Estrutural é toda a estrutura de alvenaria, principalmente laminar, que é calculada com métodos de cálculo razoáveis para suportar cargas além do seu próprio peso. Divide-se em Alvenaria Estrutural Não Armada, Alvenaria Estrutural Armada, Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada e Alvenaria Estrutural Fixa. Como Costa (2011) também explicou que a alvenaria da edificação é considerada após fazer cálculos estáticos e elásticos quanto à sua

absorção de impactos e fatores como ventos, variações de temperatura, terremotos, etc.

### 2.2.1. Alvenaria Estrutural Não Armada

Nonato (2013) também descreveu tal método, pois não há necessidade de encontrar argamassa, utilizando como reforço apenas elementos construtivos como lintéis, contra lintéis, para evitar trincas e trincas na estrutura, como mostra a figura 4 abaixo:

Figura 4. Método de Alvenaria Estrutural não armada

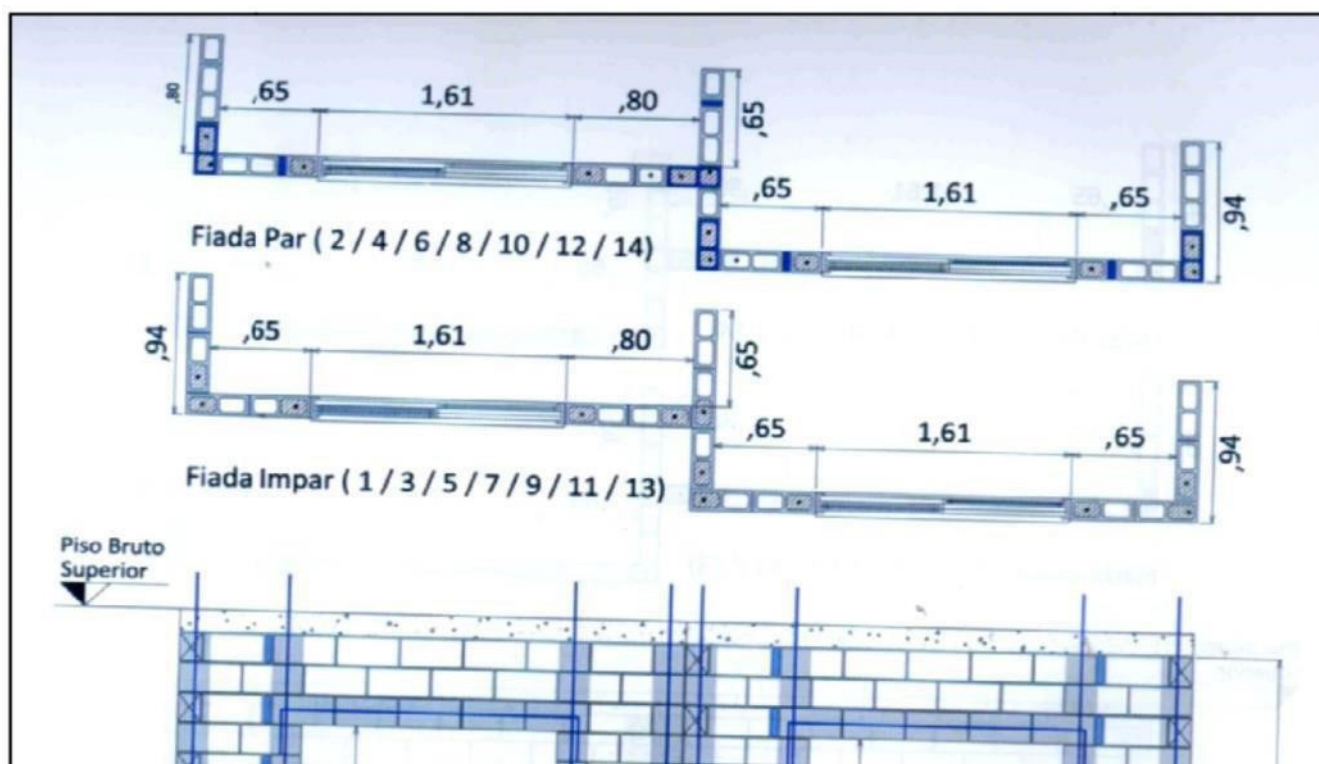


Fonte: Nonato (2013, p. 16).

### 2.2.2. Alvenaria Estrutural Armada

A Alvenaria Estrutural Armada possui barras colocadas em alguns furos nos blocos ou entre os tijolos, devidamente cercadas de reboco, para absorver os esforços calculados (CAVALHEIRO, 1999). Schmitz (2008) também apresentou uma estrutura de construção reforçada como aquela em que o elemento de resistência requer reforço passivo, que muitas vezes é utilizado a partir de materiais metálicos, com regiões pré-definidas de sua colocação, que atuam como garantia, conforme mostra a figura 5:

Figura 5. Alvenaria estrutural armada



Fonte: Nonato (2013, p. 17).

## 2.3. Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Estrutural

### 2.3.1. Vantagens

A alvenaria estrutural, segundo Mohamad (2014), apresenta fartas vantagens, sendo a econômica uma das mais expressivas, em razão do aprimoramento de afazeres na obra, através de técnicas executivas reduzidas e facilidade de controle nos estágios de produção e eliminação de interferências, provocando uma redução no desperdício de materiais produzido pelo incessante retrabalho. Como resultado, o sistema construtivo em alvenaria estrutural foi capaz de promover uma flexibilidade no planejamento das fases de execução das obras.

As maiores vantagens da alvenaria estrutural em relação aos processos tradicionais são (KALIL, 2019):

1. Economia no uso de madeira para formas;
2. Redução no uso de concreto e ferragens;
3. Redução na mão-de-obra em carpintaria e ferraria;
4. Facilidade de treinar mão-de-obra qualificada;
5. Projetos são mais fáceis de detalhar;
6. Maior rapidez e facilidade de construção;
7. Menor número de equipes ou subcontratadas de trabalho;
8. Ótima resistência ao fogo;
9. Ótimas características de isolamento termoacústico;
10. Flexibilidade arquitetônica pelas pequenas dimensões do bloco.

Ainda pontuando as vantagens deste método construtivo, Roman (2019) cita:

- Simplificação dos procedimentos de execução, redução do número de etapas e redução da diversidade de materiais e mão-de-obra, que implicam diretamente na facilidade de controle do processo e facilidade de treinamento da mão-de-obra;
- Eliminação de interferências através da compatibilização de todos os projetos e facilidade de integração com outros subsistemas;
- O processo produtivo proporciona boa flexibilidade na fase de planejamento, implicando em grande facilidade de organização;
- A fase de execução também proporciona boa flexibilidade, através da possibilidade de diferentes níveis de mecanização.



Tais vantagens só serão alcançadas através da elaboração e coordenação de projetos bem estudados, da utilização de materiais e mão-de obra qualificada e da correta organização e planejamento da obra. A alvenaria estrutural não permite as improvisações que são comumente praticadas nas construções convencionais (compensações de prumo, alinhamento, esquadro e planicidade, efetuadas na fase de acabamento), que acabam por encarecer o custo da obra (ROMAN, 2019).

Todas as vantagens acima citadas racionalizam o processo em alvenaria estrutural, tornando-o mais econômico e mais rápido que os sistemas convencionais em concreto armado. O partido arquitetônico deverá sempre estar subordinado à concepção estrutural, de maneira a pensar sempre em arquitetura e estrutura como um todo. Isto permitirá um melhor aproveitamento da capacidade resistente da alvenaria.

### **2.3.2. Desvantagens**

As maiores desvantagens da alvenaria estrutural são:

1. As paredes portantes não podem ser removidas sem substituição por outro elemento de equivalente função;
2. Impossibilidade de efetuar modificações na disposição arquitetônica original;
3. O projeto arquitetônico fica mais restrito;
4. Vãos livres são limitados;
5. Juntas de controle e dilatação a cada 15m.

## **2.4. Insumos**

### **2.4.1. Materiais**

#### **2.4.1.1. Blocos de concreto**

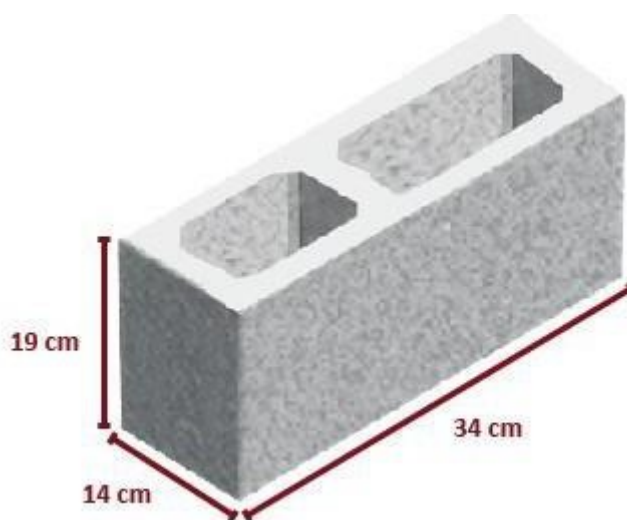
Segundo Ramalho e Corrêa (2003), os blocos, como parte da construção em pedra, são os maiores responsáveis por definir as características de resistência da

estrutura, sendo o principal fator para a confecção deste método. Os materiais utilizados para fazer esses blocos são cimento Portland, agregados e água e os chumbos utilizados variam de acordo com a resistência

esperada. A absorção de água também é um fator importante na construção de blocos, pois pode absorver toda a água da lama, ou nenhuma água, causando assim menor aderência entre a lama e o bloco, portanto, deve ter um bom equilíbrio na absorção.

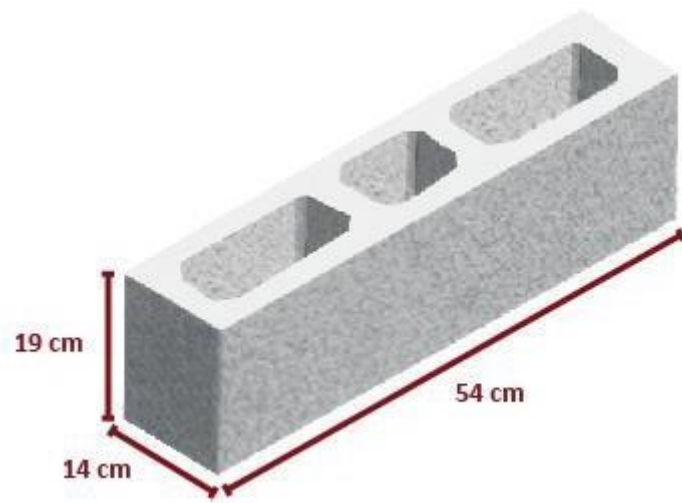
Os grandes blocos de concreto M15 são divididos em 2 famílias, 39 cm e 29 cm. Para os blocos de 39 cm temos blocos de 14x19x34 usados para os cantos (figura 6), 14x19x54 usados para as bordas das paredes em "T" (figura 7), existe um bloco de 14x19x39 usado principalmente para o comprimento das paredes (figura 8) e metade do bloco no tamanho 14x19x19 que é usado principalmente para janelas e portas (figura 9). Todas as características incluindo resistência à compressão, dimensões e dimensões mínimas são especificadas pela norma brasileira NBR 6136 – Blocos Ocos de Concreto Simples para Alvenaria (ABNT, 2016).

Figura 6. Bloco 14x19x34



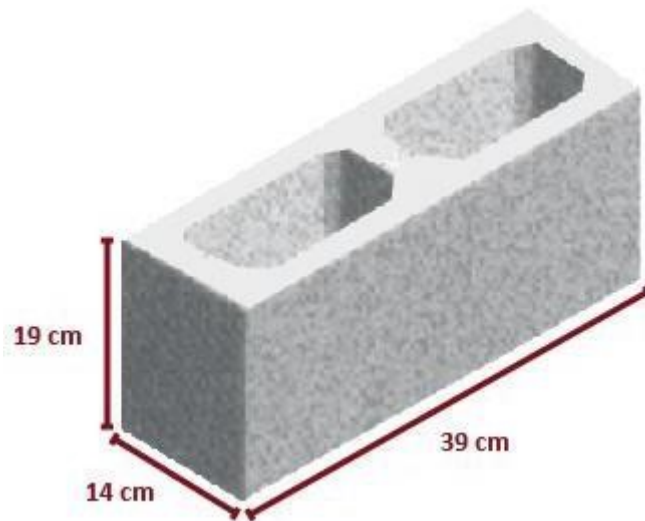
Fonte: Pavibloco (2022)

Figura 7. Bloco 14x19x54



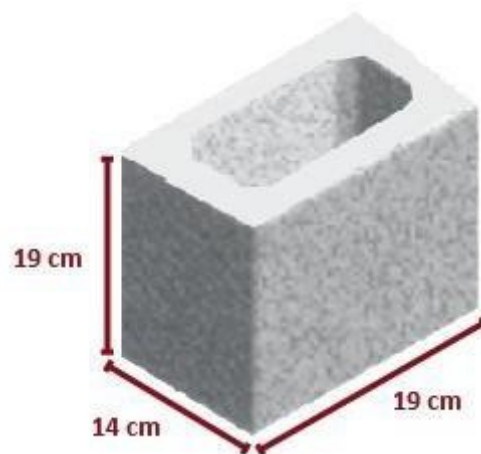
Fonte: Pavibloco (2022)

Figura 8. Bloco 14x19x39



Fonte: Pavibloco (2022)

Figura 9. Bloco 14x19x19



A classificação dos blocos segundo a NBR 6136:2016 é a seguinte:

<b>Classes</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Função</b>
Classe A	$f_{bk} \geq 8,0$ MPa	Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo
Classe B	$f_{bk} \leq 4,0$ MPa e $> 8,0$ MPa	Com função estrutural, para uso em elementos acima do nível do solo
Classe C	$f_{bk} \leq 3,0$ MPa	Com função estrutural, para uso em elementos acima do nível do solo

#### **2.4.1.2. Argamassa de assentamento**

A argamassa pode ser definida como o componente utilizado na ligação dos blocos, que evita pontos de concentração de tensões, que é uma mistura homogênea, composta de cimento, agregado miúdo, água e cal, podendo ou não apresentar acréscimos em sua composição. para desenvolver uma determinada propriedade (CAMACHO 2006). O trabalho da argamassa, além de unir os blocos, garante a vedação, promovendo aderência com armaduras e juntas, transferindo a tensão e compensando a variação do tamanho das unidades de concreto, tornando sua resistência um fator secundário (LEMOS, 2016).

A utilização de diferentes tipos e tipos de cimento Portland produzidos no país, de leves a resistentes ao sulfato, geralmente não interferem na composição da argamassa mista (AMTHAUER, 2001). É importante fazer a medida certa dessa peça, pois, quando usada em excesso, aumenta a concentração da argamassa, prejudica a aderência e a longevidade, pois quanto maior a quantidade de cimento utilizada, maior ela é. calor de hidratação, que causa o aparecimento de rachaduras e fissuras (PARSEKIAN, 2010).

O volume de cal em relação ao cimento provoca uma variação nas propriedades da argamassa, cada aumento de cal no ligante aumenta ou diminui o material necessário (SABBATINI, 1986). A presença de bons agregados na argamassa confere um alto rendimento da mistura, reduzindo seu custo, além de diminuir os efeitos nocivos do uso excessivo de cimento. Geralmente, essas figuras funcionam como uma parte inativa. A utilização de areia grossa na mistura de argamassa aumenta a resistência à compressão da mistura, enquanto as areias finas atuam de forma oposta, reduzindo a resistência, mas compensando-a com o aumento da aderência, melhorando o processo construtivo (LEMOS, 2016).

A água é o elemento da estrutura que permite o endurecimento da argamassa e a hidratação do cimento, sendo responsável pela melhoria do desempenho mecânico. A água deve ser aplicada de forma que não provoque a separação de seus componentes, permitindo a manutenção da qualidade das unidades de concreto (KALIU, 2007). De acordo com a NBR 8798:1985, recomenda-se o uso de água potável, com pH entre 5,8 e 8,0 (AMTHAUER, 2001).

O uso de aditivos nesta mistura é feito com a confirmação desejada, como retirada de plástico ou água da parede. Tal componente só deve ser usado de acordo com os regulamentos atuais ou testes de laboratório (VIEIRA; SILVA, 2019).

#### **2.4.1.3. Graute**

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o graute é um concreto que tem a função de fazer a sua consolidação com o bloco e a possível armadura para que trabalhem como um conjunto único, sendo utilizado quando há necessidade de preenchimento de vazios para aumentar a capacidade de resistência a compressão (de 30% a 40%), dessa forma em contato com a armadura, esforços de tração também podem ser resistidos por meio do método. O aço utilizado é o mesmo que é utilizado nas obras de alvenarias convencionais.

O graute deve aderir aos blocos e envolver a armadura, de modo a formar um conjunto único (monolítico). O graute ainda aumenta a resistência das paredes tais como: a) a forças laterais; b) à propagação do som; c) ao fogo.



No caso de paredes com blocos de concreto, sendo o graute e o bloco materiais muito semelhantes, o graute representa um simples aumento da área líquida do bloco, sendo o acréscimo de capacidade estrutural da parede quantificado de maneira simples. No entanto, no caso de paredes com blocos cerâmicos, como os materiais são diferentes, a avaliação é mais complexa. Pesquisas indicaram que, em tese, a situação não deve ser muito diferente da observada para os blocos de concreto.

A NBR 16868-1 (item 6.1.3) especifica que:

*Quando especificado o graute, sua influência na resistência da alvenaria deve ser verificada em laboratório, nas condições de sua utilização. A avaliação da influência do graute na compressão deve ser feita mediante o ensaio de compressão de prismas, pequenas paredes ou paredes. Para consideração das sugestões da Tabela F.1, a resistência à compressão característica deve ser especificada com valor mínimo de 15 MPa. A resistência característica do graute deve ser determinada de acordo com as ABNT NBR 5738 e ABNT NBR 5739.*

A NBR 16868-2020 não fornece dosagens específicas para o graute. No entanto, algumas normas estrangeiras fornecem. A norma americana “Uniform Building Code” (UBC), entre outras, apresenta diversas especificações para os grautes, incluindo as proporções. Parsekian e Soares (2010) apresentam dois traços de graute, nomeados grautes fino (sem brita) e grosso (com brita 1), e indicações como a resistência mínima à compressão de 15 MPa, a máxima de 150 % da resistência do bloco na área líquida. No caso de blocos cerâmicos com relação entre a área bruta e a área líquida de 2,3, recomendam considerar a resistência do graute igual 2,3 vezes a resistência do bloco à compressão, aproximando para valores múltiplos de 5.

Como exemplo de traço de graute (em volume) pode-se citar 1:0,05:2,20:2,40:0,72 (cimento: cal: areia: brita 0: a/c). O abatimento obtido foi de 20 cm e a resistência à compressão de 22,5 MPa. A Figura 10 mostra um exemplo de graute industrializados para aplicação na Alvenaria Estrutural.

Figura 10. Graute Matrix



Fonte: Pavibloco (2022)

#### 2.4.1.4. Água

A água é o componente responsável pelo endurecimento da argamassa e pelo escoamento do cimento e proporcionando a trabalhabilidade da argamassa no estado novo. É preciso ter cuidado ao tirar esse elemento, que em grande quantidade provoca a separação de seus elementos, interferindo na resolução adequada (KALIL, 2007). De acordo com a NBR 8798:1985, é recomendado o uso de água potável, com pH entre 5,8 e 8,0. A norma também define alguns parâmetros que interferem diretamente no fortalecimento das pedras, como a presença de compostos na água. Exemplos disso são sulfatos e cloretos, que muitas vezes causam corrosão acelerada. No caso de alvenaria não armada, é preferível utilizar água limpa, isenta de impurezas e matéria orgânica, facilmente visível, límpida e com pH neutro (AMTHAUER, 2001).

## 2.4.2. Equipamentos

Para além dos componentes utilizados na implementação deste sistema, existem ferramentas e máquinas que são frequentemente utilizadas na construção pública para o fazer, existe algo específico do método construtivo no projeto do edifício. Exemplos destes são mostrados no Quadro 1 (ABCP, 2016).

Quadro 1. Materiais utilizados na execução de edificação em alvenaria estrutural

<b>Ferramentas e Equipamentos</b>		
<b>Uso na execução de alvenaria estrutural</b>	<b>Serviço de marcação</b>	<b>Serviço de elevação</b>
Colher de pedreiro	X	X
Palheta, Canaleta ou bisnaga		X
Esticador de linha	X	X
Fio traçado de linha	X	
Caixote para argamassa e suporte	X	X
Trena de 5 m e 30 m	X	X
Nível a laser	X	
Régua prumo/nível $\geq 1,20$ m	X	X
Esquadro (60x80x100) cm	X	
Escantilhão ou régua de marcação	X	X
Carrinho especial – transporte blocos	X	X
Andaimes		X
Equipamentos de Proteção Individual (EP'sI)	X	X

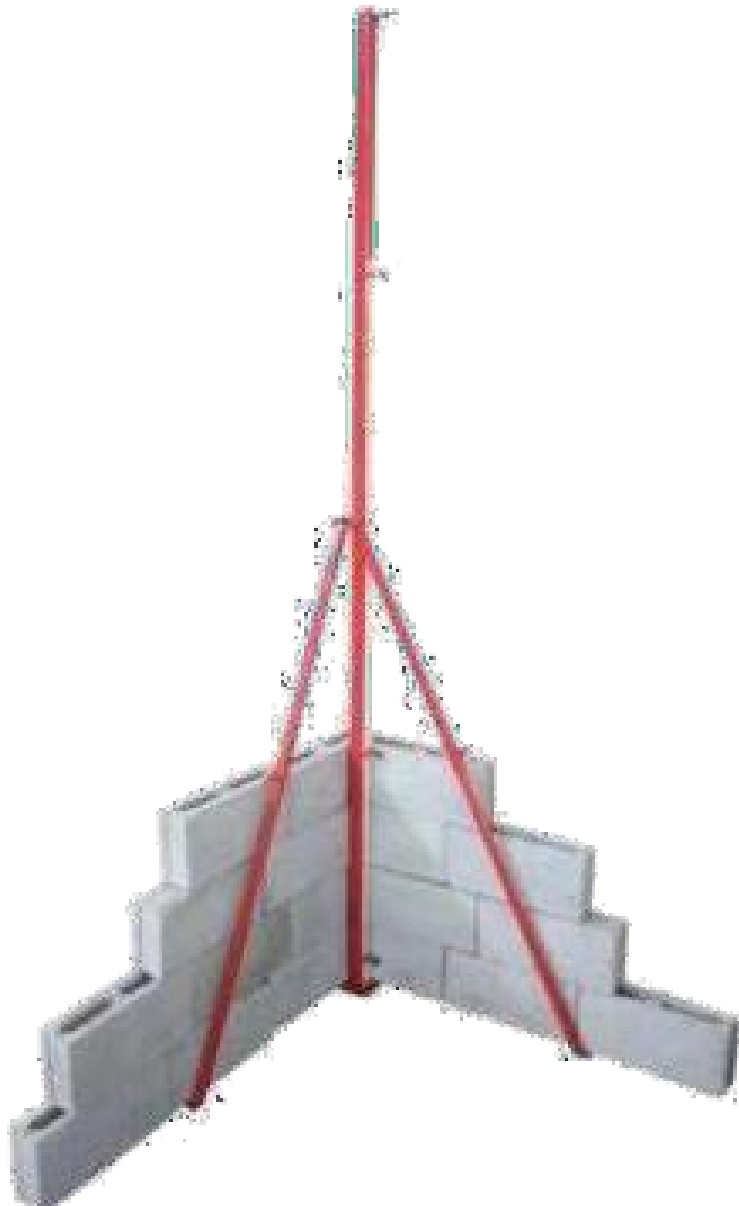
Fonte: ABCP, 2016

De acordo com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), essas ferramentas e equipamentos, juntamente com outros já amplamente aceitos, formam o kit de ferramentas da equipe de produção de rochas (ABCP, 2016).

#### **2.4.2.1. Escantilhão**

Escantilhão (figura 12) uma ferramenta bastante utilizada para ajudar na definição do alinhamento, nivelamento e prumo perfeito das fiadas de blocos. Com esse equipamento se tem uma maior segurança e menor risco de perder a referência de níveis e alinhamento, tendo assim uma boa execução dos serviços.

Figura 12. Escantilhão



#### 2.4.2.2. Bisnaga

A bisnaga (figura 13) é utilizada para aplicação da argamassa de assentamento nos blocos, porém não tem boa aceitação devido à dificuldade de aplicação, sendo que para usar de uma forma mais fácil a argamassa de assentamento tem que ter uma maior fluidez, com uma quantidade maior de água, perdendo assim seu traço inicial.

Figura 13. Bisnaga de argamassa de assentamento



Fonte: EQUIPA OBRA (2022). 2.4.2.3. Colher tipo palheta

A colher tipo palheta é uma ferramenta muito simples, que pode ser construída na própria obra, com resto de madeira ou comprada de alumínio conforme a figura 14. O Tamanho normalmente é de 40 cm de comprimento por 3 cm ou 4 cm de largura, parecida com uma desempenadeira comprida e fina, facilitando muito no controle da quantidade de argamassa a ser colocada. Esta ferramenta, em relação à bisnaga, se destaca, pois é mais fácil seu manuseio e facilita no



controle da quantidade de argamassa de assentamento a ser colocada nos blocos.

Figura 14. Colher palheta de alumínio 400mm



Fonte: SCANMETAL (2022).

## 2.5. Projeto

Na construção civil, pode-se definir projeto como atividade ou serviço responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma construção, a serem consideradas na hora da execução (MELHADO, 1995).

Na construção realizada na formação da edificação, o projeto é parte fundamental do processo, pois além de utilizar sua função estrutural, as paredes podem ser construídas com a finalidade de fechar as áreas, que contêm em alguns pontos, a instalação, de modo que o projeto seja suficiente para incluir todos os elementos, para que não haja interferência de um sobre o outro, o que pode acarretar danos durante a execução (RUFINO, 2010).

A coordenação do projeto foi estabelecida para garantir que conflitos, interferências e inconsistências sejam resolvidos, aumentar a qualidade do projeto e reduzir possíveis interrupções futuras na construção (ROMAN, 2002). No entanto, na maioria das vezes, os problemas causados pelo projeto têm sua causa raiz que não é resolvida ou até mesmo ignorada na fase de projeto. Este fato está relacionado à má comunicação dos projetos, que, ao falhar, compromete a qualidade do projeto e, conseqüentemente, a qualidade da execução (OHASHI, 2001).

Cerca de 60% das patologias identificadas na construção têm origem relacionada aos problemas dos projetos, que só são visíveis após o início da execução (ABRANTES E COSTA, 1991). A baixa qualidade, a falta de padrões e a falta de construção é uma das causas que levam a erros, pois muitos projetos estão incompletos, proporcionando ao executor uma falta de informação, o que leva a soluções de última hora e melhorias, que inevitavelmente causa manifestação de doenças (ANTUNES, 2011).

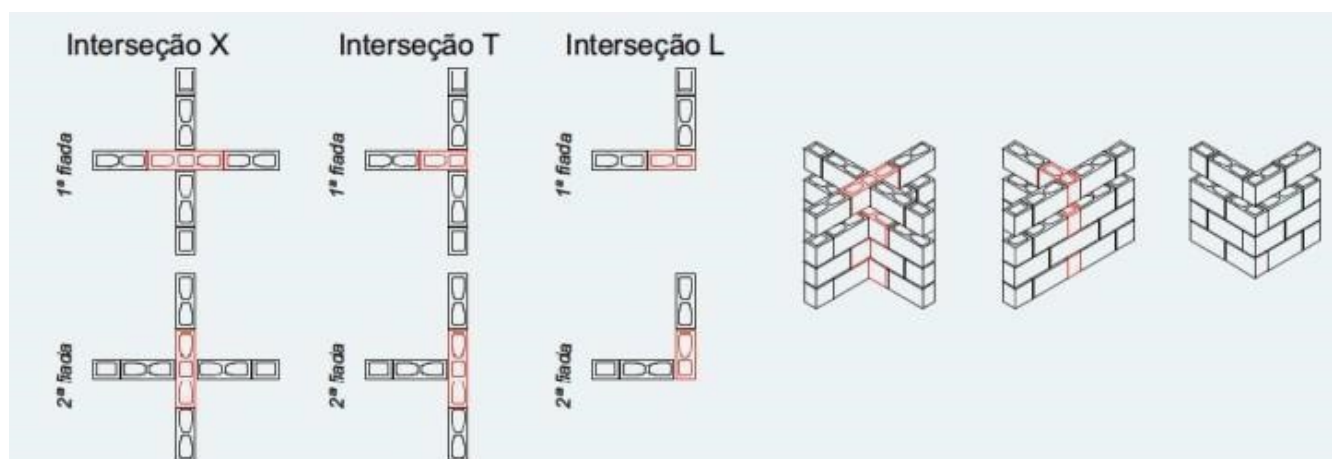
### **2.5.1. Projeto estrutural**

O projeto estrutural refere-se aos detalhes da estrutura, como a fundação e a superestrutura. Os projetos de instalação trabalham detalhadamente com os sistemas previstos na edificação, além de equipamentos especiais, como elevadores, plataformas rolantes, elevadores de carga, etc. Dentre os projetos de instalação, destacam-se elétrica, hidráulica, áudio e CFTV, refrigeração, prevenção e combate a incêndio, gases especiais como gases medicinais, etc. (MOHAMAD, 2020).

O projeto arquitetônico do edifício em pedra foi inicialmente elaborado com as plantas da 1ª e 2ª linha a construir. No projeto, é possível analisar os detalhes construtivos, além de identificar a necessidade de utilização de blocos especiais, distinguir as famílias dos blocos utilizados e atuar como conferencista para a transformação do projeto arquitetônico (JULIANI, 2015).

Os detalhes construtivos definidos em projeto são de grande importância para o resultado da estrutura, verifica-se que serão especificados os procedimentos para

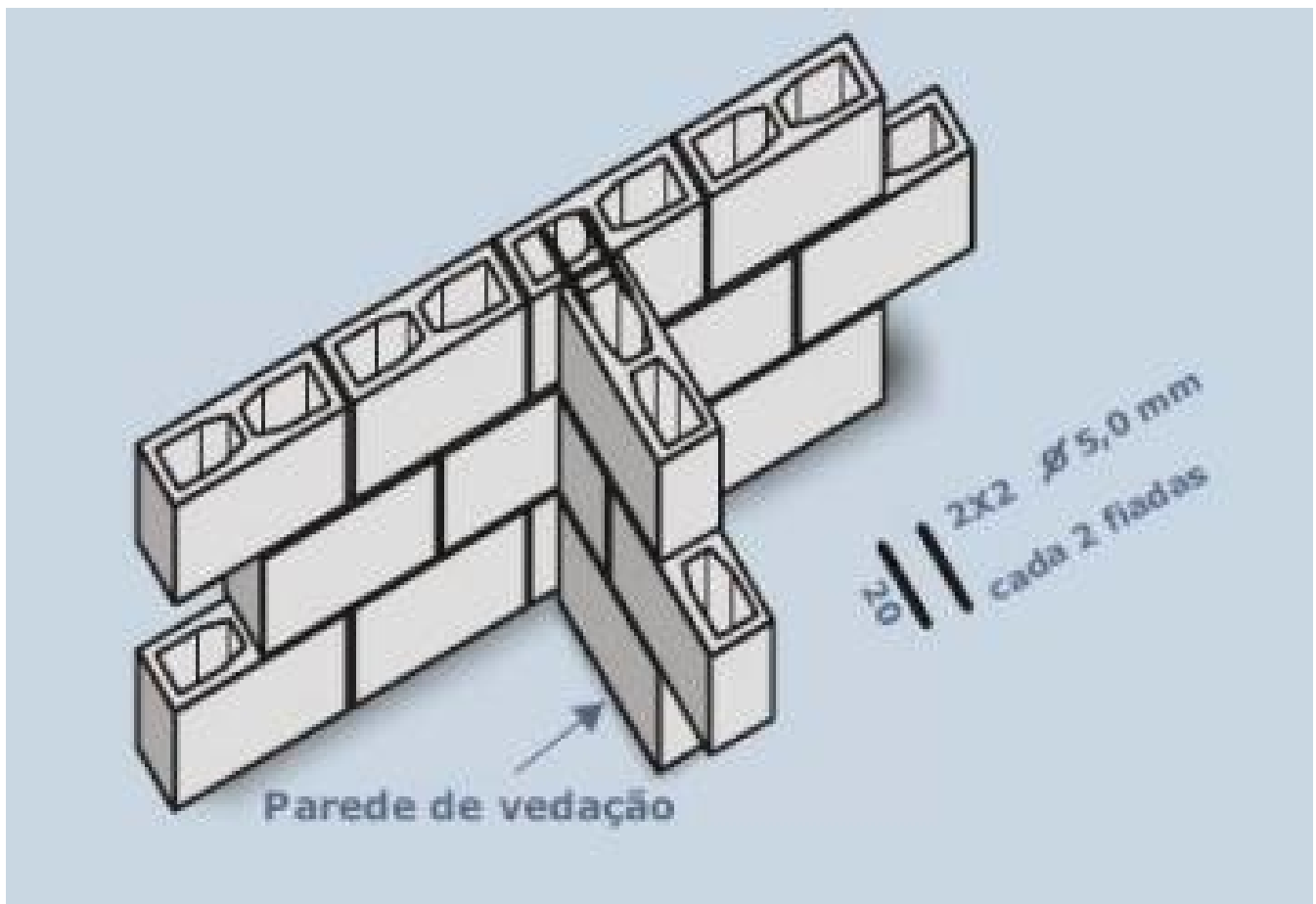
o serviço, que contenham os métodos e métodos construtivos adequados. Na construção da edificação, existem vários pontos que precisam de atenção, como a junção das paredes da edificação, onde as amarrações devem ser bem feitas, pois há uma grande concentração de tensões nestes pontos, além da transferência de carga que ocorre de uma parede a outra. Para o uso da família de blocos de 39cm, as amarrações devem ser realizadas conforme figura 15 (ROMAN, 2002). Figura 15. Amarração de blocos para família de 39cm



Fonte: (ROMAN, 2002, p.51)

No caso de encontro de paredes estruturais com paredes de vedação, utiliza-se grampos construtivos que servem para evitar a transferência de esforços, dando estabilidade para a parede, conforme figura 16 (ROMAN, 2002).

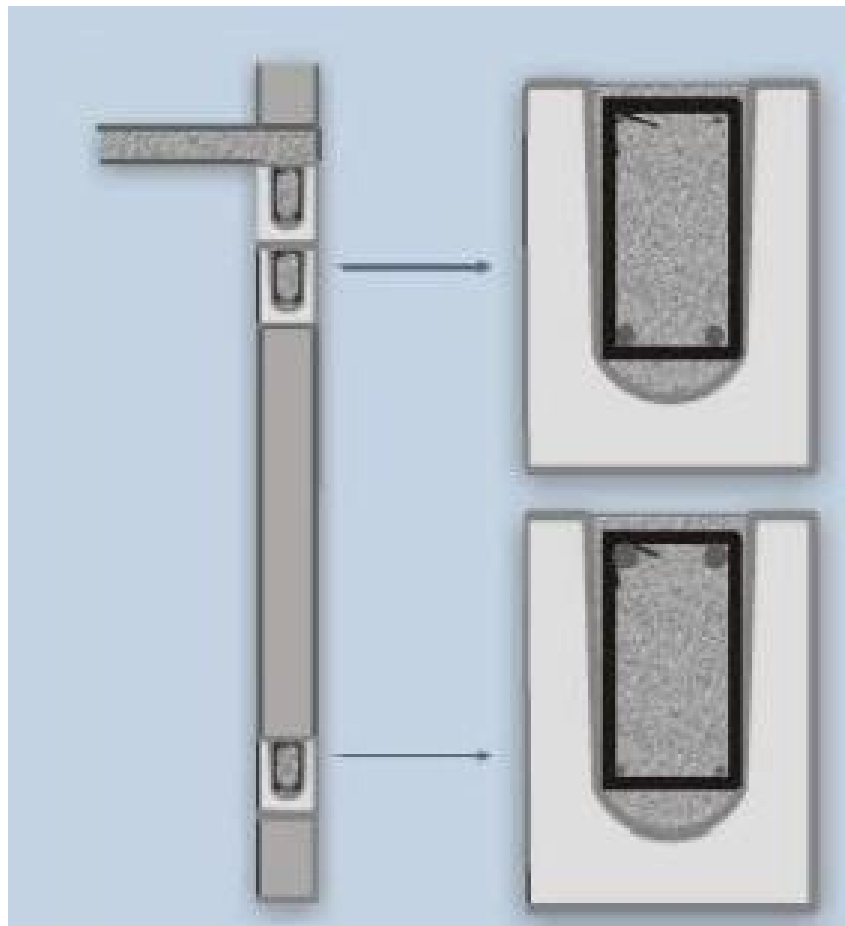
Figura 16. Amarração de encontro de paredes estruturais e de vedação



Fonte: (Roman, 2002, p. 52)

As vergas e contra vergas (figura 17) utilizadas na construção servem para evitar que ocorram fissurações em cantos de abertura, além de resistir aos esforços cortantes, que são forças que atuam tangencialmente sobre a peça (CAMACHO, 2013).

Figura 17. Amarração de verga e contra verga



Fonte: (Roman, 2002, p.55)

No caso de juntas de assentamento verticais e horizontais, a principal função é absorver a deformação e corrigir a geometria dos blocos. Ao contrário das juntas de movimento, elas têm a função de aliviar a tensão causada por movimentos higroscópicos, variações de temperatura ou expansão de materiais existentes, que limitam as dimensões dos painéis de marcha (FRANCO, 1998).

O movimento que ocorre na alvenaria é uma das principais causas de fissuras na construção. A laje de cobertura é um dos elementos que mais sofre com esse tipo de problema, pois sofre constantemente variações de temperatura ao longo do tempo, produzindo movimentos e, por fim, fissuras. Esse tipo de problema pode ser evitado se medidas preventivas forem previstas nos detalhes construtivos do projeto, como instalação térmica da laje, ventilação do sótão, pintura branca na cobertura, retirada de juntas de dilatação, entre outras (ANTUNES, 2011).

Projetos de alvenaria que começam com uma estrutura, devem ser desenvolvidos pensando em um plano construtivo, não adaptando o plano, assim acaba perdendo sua potência. A edificação projetada pelo sistema é aquela que garante que a edificação tenha sua estrutura natural com sua geometria e que ela seja alterada e haja bastante compatibilidade em sua forma, portanto, o estudo correto deve ser desenvolvido, para que o futuro não seja há uma adaptação à mudança do bloco, ou à instalação existente. Na sua especificação, consta um conjunto de projetos que devem ser executados, a saber: construção, subaquático, elétrico, estrutural e administrativo, detalhado, visando sua total integração e otimização (ANTUNES, 2011).

Todo o trabalho de Alvenaria Estrutural começa com a concepção do projeto de construção, que está em constante desenvolvimento com o objetivo de construir a unidade aceita. O projetista deve conhecer os tamanhos e tipos de blocos paralelos disponíveis no mercado e saber distribuí-los para que não haja cortes, para evitar desperdícios. O projeto deve ser detalhado prevendo quantos e quais tipos de blocos serão utilizados, definindo a localização exata de cada peça (ANTUNES, 2011).

As condições de equilíbrio melhoram a estabilidade do sistema. A relação entre a altura e a dimensão horizontal mínima do edifício, indicada como apropriado, é de 2,5, que pode ser estendida para 3. Mais de três, o sistema perde eficiência e deve ser fortalecido, acarretando aumento de custos, que devem ser considerados (ANTUNES, 2011).

## **2.6. Armazenamento e transporte de materiais**

A armazenagem dos blocos deve ser feita em local estratégico dentro do canteiro de obras. A distância do estoque do bloco em relação ao local onde será assentado ou com áreas de transporte direto deve ser próximo para facilitar o processo de construção e reduzir o número de trabalhadores, contribuindo para diminuir a perda de quebras durante o transporte (SANTOS, 2012).

Santos (2012) também ressalta a importância de blocos que não estejam em contato direto com o solo e não sejam expostos à chuva, pois a umidade reduz a



resistência do bloco durante o manuseio, aliada ao fato de interferir na ação de grudar lama. Mais uma vez, destaca-se o uso de paletes, pois facilitam a disposição e disposição desses blocos dentro do canteiro de obras (AGOPYAN et al., 1998). Em Taiul (2010) o transporte de blocos no canteiro de obras deve ser feito para reduzir a perda de quebras.

O transporte é a etapa onde ocorre a maior parte dos danos causados aos blocos, além do prejuízo, afinal é comum ver trabalhadores sem treinamento que devem realizar o transporte de forma inadequada, como usar carrinho de mão (jerica), em vez de. do vagão- bloco, importante pelo seu fundo plano. Assim como o depósito de blocos que muitas vezes são feitos diretamente no solo como areia, o que causa desperdício de materiais (TAIUL, 2010).

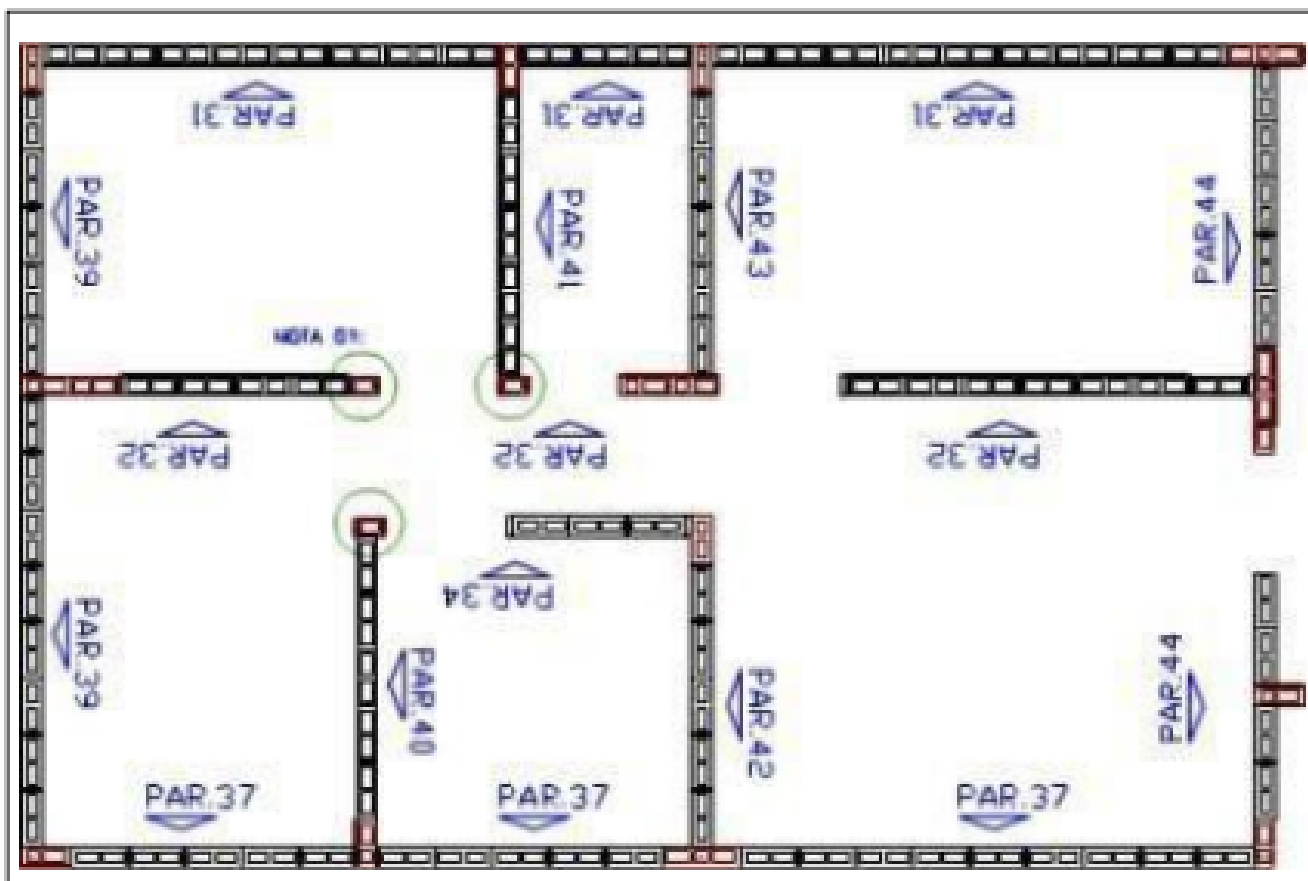
Taiul (2010) completa identificando as condições ideais de transporte interno dentro do canteiro, que é a utilização de blocos paletizados, atitude que reduz a quase zero as situações de quebras e perdas.

## **2.7. Métodos Construtivos**

### **2.7.1. Marcação**

Para uma qualificada construção é necessário realizar corretamente a primeira etapa da execução: a marcação. A primeira fiada é a referência de todas as fiadas seguintes, por isso deve-se assentar os blocos de forma com que estejam devidamente locados, alinhados, nivelados e aprumados (ABCP, 2003), como exemplificado na Figura 18.

Figura 18. Modelo de planta de 1º fiada



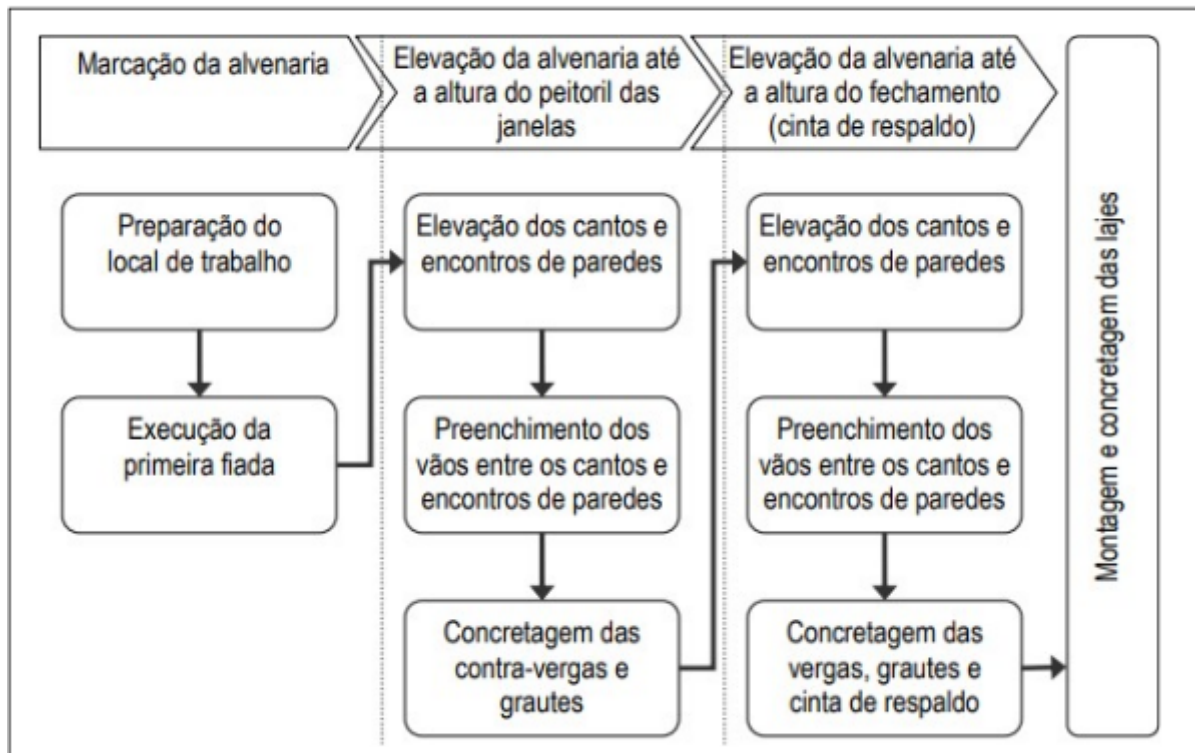
Fonte: Bricka, 2019

Concluída a limpeza, verificação e suficiência do terreno, inicia-se o trabalho de marcação. A marcação tem o acompanhamento inicial do projeto de produção segundo Ferreira (2015) é um documento que contém todas as informações necessárias para fazer a estrutura. Também é necessária uma planta de 1 linha, que contém as dimensões das paredes principais que servem de referência para marcação posterior.

### 2.7.2. Elevação

A etapa de elevação da pedra é considerada uma das mais importantes no processo construtivo. Será necessário, além das demais etapas, que nesta etapa seja realizada a liberação da qualidade e conformidade com os projetos, a fim de garantir a durabilidade, confiabilidade e desempenho da estrutura (RICHTER, 2007). Com base em trabalhos de outros autores (HELENE, 2000; SABBATINI, 2003), foi detalhada a sequência de construção da elevação da rocha, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19. Esquema sequencial



Fonte: Helene (2000); Sabbatini (2003).

A etapa da elevação da alvenaria engloba todas as outras etapas, como a fase de marcação e amarração que terá continuidade durante todo processo de elevação. Envolve também a fase de instalações elétricas e hidráulicas, instalações de janelas e portas, e todos outros elementos.

Segundo ABCP (2003), deve haver a verificação do nível, prumo e alinhamento durante toda execução. Se preenchidos os blocos apenas nas direções horizontais, para uma maior agilidade, as juntas verticais podem ser preenchidas após o assentamento com a ajuda de bisnagas.

Sabbatini (2003) sugere algumas recomendações práticas:

1. O assentamento não deve ser feito debaixo de chuva, pois a chuva dissolve a argamassa;

2. Os blocos não devem ser molhados durante o assentamento, pois isso prejudica a aderência entre bloco e ar;
3. Deve-se evitar o corte de blocos para ajuste de modulação, devem ser utilizados os blocos especiais que por sua vez deverão ser previstos em projeto.
4. O respaldo (cintamento) deverá ser feito por meio da utilização de blocos canaletas, sendo perfeitamente niveladas grauteadas antes da montagem da laje;
5. A união entre paredes estruturais e não estruturais sempre que possível deve ser feita por amarração de blocos). Não é recomendado o uso de grampos através de grampos) fiscalização, podendo favorecer o aparecimento de patologias.

Inicia-se a elevação de fora para dentro, isto é, da parede externa em direção as paredes internas (conhecidos como castelos). Durante a elevação são assentados os blocos elétricos e fixados os gabaritos. O grauteamento ocorre em dois momentos, na altura da sétima fiada, para paredes externas e na última fiada em todas as paredes estruturais.

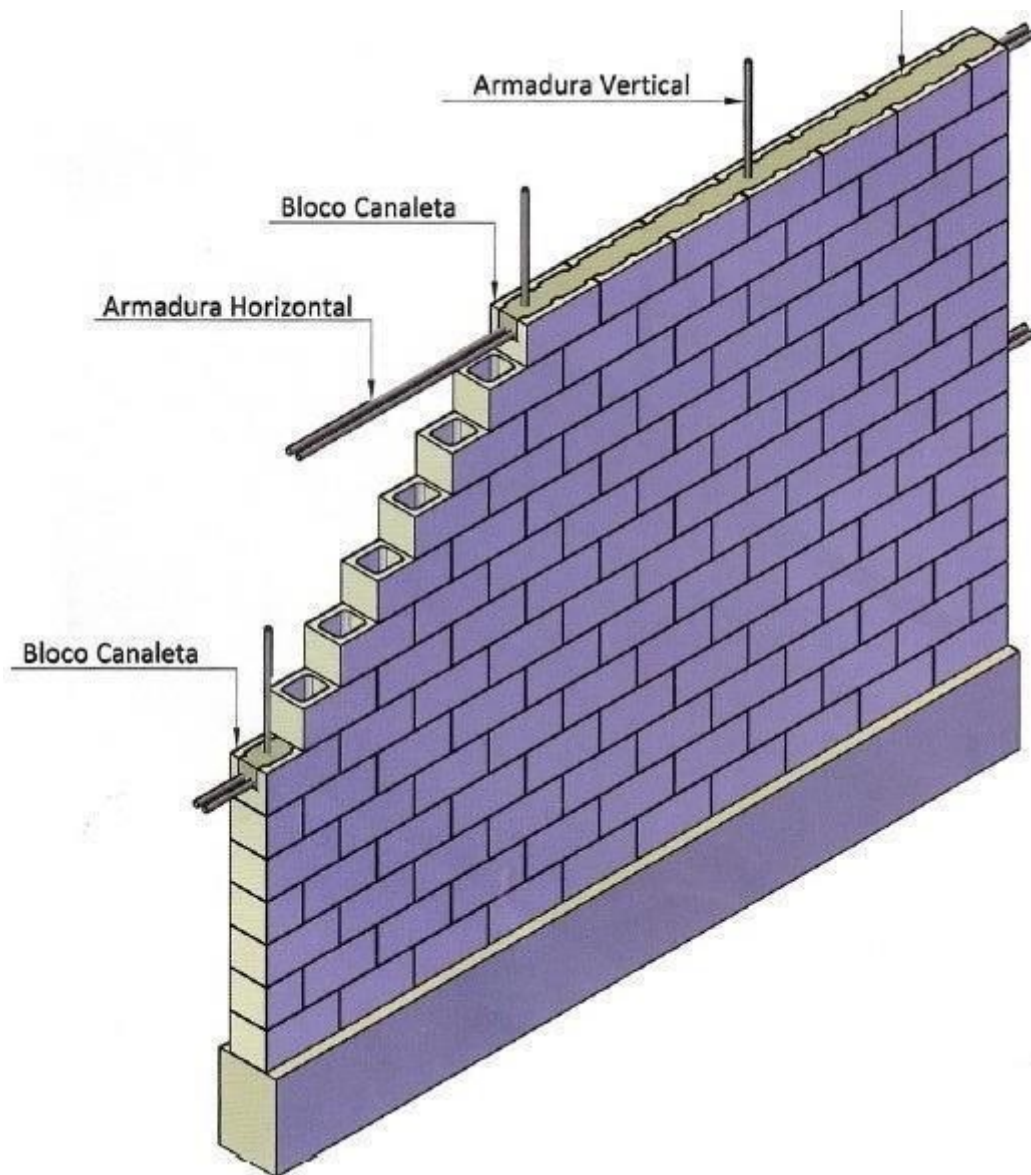
Antes do grauteamento deverá ser promovida a limpeza dos vazios dos blocos que receberão o graute, eliminando os excessos da argamassa de assentamento. Nesses locais devem ter sido assentados blocos com aberturas estratégicas que permitirão a retirada do material após a limpeza e a inspeção para garantir que o alvéolo do bloco foi completamente preenchido.

### **2.7.3. Grauteamento**

A cimentação é feita em diferentes pontos de concentração da carga, ou seja, lintéis, vigas de cálculo, canais, tirantes e pontos verticais (Figura 20), que é definido pelo projetista estrutural, aumentando assim a resistência da construção. (TAUIL; NESE, 2010). Vale lembrar que o ato de movimentar o concreto é feito manualmente com o auxílio de uma ferramenta metálica, sem o uso de vibrador em hipótese alguma para que não ocorra a adesão dos blocos.

Durante sua utilização, deve-se ter dedicação profunda, sempre mantendo os cuidados nos lugares certos, espalhando e preenchendo todo o espaço disponível. Devido à fluidez do rejunte, é bom despejar este material continuamente na área desejada, acompanhando o processo de ação e evitando o aparecimento de bolhas e assim facilitando a montagem do material (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020).

Figura 20. Grauteamento



Fonte: TAUIL; NESSE, (2010).

O graute é executado de maneira rápida e simples (Figura 21), lembrando que não pode ser aplicado com auxílio de uma colher de pedreiro, pois há grandes chances de perda de material e também deve ser evitado o desempenho da



massa após sua aplicação, pois ele deve se acomodar sozinha e não forçada. O processo correto é alisar a superfície para que ele acabe se tornando plana e regular para a continuidade da obra (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020).

Figura 21. Processo de aplicação do grauteamento



Fonte: Total Construção (2020)

### **3. METODOLOGIA**

Uma pesquisa pode ser compreendida como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do modo científico na qual são descobertas respostas ou são comprovadas hipóteses para as quais foram formulados questionamentos e apresentados problemas.. O objetivo da revisão de literatura é fazer uso de críticas e estudos anteriores de forma ordenada, precisa e analítica.

A metodologia deste trabalho teve abordagem qualitativa exploratória. Desse modo, esse estudo buscou relacionar autores que permeiam seus estudos nessa esfera, bem como trazer à luz a importância do engenheiro de segurança do trabalho para as indústrias. Além de livros, foram examinados sites e artigos que fundamentam a clareza da temática.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**



A alvenaria arquitetônica está presente na construção da sociedade desde o surgimento da primeira civilização, pois buscava uma forma de organizar as pedras para a construção dos muros (ANTUNES, 2004). Os materiais utilizados foram regionais e os projetos foram definidos pelo conhecimento adquirido ao longo dos anos, buscando novas técnicas para manter uma estrutura forte e mínima.

No processo de construção de um edifício, é importante um projeto detalhado, consistente e um trabalho adequado, pois as paredes formam a estrutura do edifício e distribuem as cargas uniformemente nas fundações. É necessário atentar para o reforço e corrosão (processo feito com concreto líquido para preenchimento do vazio) dos blocos se necessário (TAUIL; NESE, 2010). Para garantir que a alvenaria seja feita de forma compacta, devem ser observados os procedimentos e tolerâncias determinados pela norma NBR 16868-2 (ABNT, 2020), a fim de evitar possíveis renovações e melhorar a qualidade do serviço.

O sistema de alvenaria estrutural é dividido em alvenaria não armada, alvenaria armada, alvenaria semi-reforçada e alvenaria pré-esforçada. A comodidade da construção civil, uma de suas principais vantagens, desaparece com a utilização de mão de obra não qualificada ou com a aquisição de materiais incorretos. Da mesma forma, a falta de planejamento para a execução da obra, ou a falta de fiscalização regular pode comprometer todo o projeto.

O sucesso da estrutura de alvenaria decorre da superioridade do refinamento e planejamento sobre o empirismo e a improvisação. Sua vantagem em termos de velocidade de execução, usabilidade e desempenho, coroada pela economia e sustentabilidade, depende tanto da força técnica quanto do empenho dos profissionais responsáveis. Este trabalho, com descrição de todas as categorias de negócios, referências a normas técnicas e avaliação técnica, e exemplos das consequências da não conformidade, pode ser mais uma ferramenta para auxiliar esses profissionais.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa mostrou que o simples uso da alvenaria pode trazer vantagens técnicas e econômicas, bem como desvantagens. Constatou-se que a utilização do sistema parte de uma ideia muito interessante, que é a transformação de pedras, inicialmente com função especial de marcação, na própria edificação. Desta forma, a necessidade de pilares e vigas para suportar a estrutura normal pode ser evitada.

A principal desvantagem do sistema de alvenaria da edificação é limitar o projeto arquitetônico com o desenho da edificação, evitando a liberação de grandes vãos e saliências, o que dificulta a construção de obras arrojadas. Outra desvantagem é a impossibilidade de reformar edifícios para novos usos. Além disso, a construção em pedra, comparada a outros sistemas como o método estudado, que utiliza paredes de EPS, é prejudicada em outros aspectos importantes, como o uso de trabalhadores e, portanto, o tempo de trabalho e os níveis de resistência.

Devido à constante exigência de tempo, eficiência e otimização de processos que o mercado nos impõe, devemos buscar métodos construtivos novos e eficazes. Neste caso, conclui-se que não existe um bom plano de construção, mas sim a necessidade de adaptação às necessidades do empreiteiro. Um sistema será mais adequado do que outro, pois é mais adequado para as condições particulares em questão, ou seja, produz melhor desempenho.

As principais vantagens da utilização deste sistema são a rapidez na construção, a redução do uso de madeira, aço e concreto, economia de tempo e dinheiro, boa organização da obra e efetiva resistência ao fogo. O sistema construtivo também induz a uma racionalização do projeto e de uma série de outras atividades, como instalações elétricas e hidráulicas. Além disso, a alvenaria tem alta resistência à compressão e geralmente é atraente quando não revestida.

Obviamente, as paredes portantes não devem ser removidas sem que sejam substituídas por outro elemento com função equivalente, o que pode ser uma desvantagem, pois reduz muito a flexibilidade da edificação e a possibilidade de mudanças radicais no traçado arquitetônico original. Outro problema é que edifícios com grande massa, como alvenaria estrutural, podem não ser

adequados em regiões com alta atividade sísmica. Nesses casos, é essencial entender e seguir as leis locais.

## 1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). Alvenaria Estrutural – Como escolher e controlar a qualidade dos blocos 2016. Disponível em: <<https://abcp.org.br/download/como-escolher-e-controlar-a-qualidade-dos-blocos>> em 28 de maio de 2021.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). Alvenaria com Bloco de Concreto: Prática Recomendada. Recife, 2003. Disponível em: <[https://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files\\_mf/PR\\_AE1\\_Como-Escolher-Controlar-a-Qual-dos-Blocos.pdf](https://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/PR_AE1_Como-Escolher-Controlar-a-Qual-dos-Blocos.pdf)> Acesso em nov. 2022.

ACCETTI, K. M. Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria Estrutural. 1998.

247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1998. Disponível em: <[http://web.set.eesc.usp.br/s-tatic/data/producao/1998ME\\_KristianeMattarAccetti.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/s-tatic/data/producao/1998ME_KristianeMattarAccetti.pdf)>. Acesso em: out. 2022.

AGOPYAN, Vahan et al. Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. São Paulo, 1998.

AMTHAUER, Paulo Roberto. Argamassa de Assentamento – Uma verificação do estágio atual na cidade de Ijuí, 2001. Disponível em: <[http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wpcontent/uploads/tccs/tcctitulos/2001/Argamassa\\_de\\_Assentamento\\_Uma\\_Verificacao\\_do\\_Estagio\\_Atual\\_da\\_Cidade\\_de\\_Ijuí.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wpcontent/uploads/tccs/tcctitulos/2001/Argamassa_de_Assentamento_Uma_Verificacao_do_Estagio_Atual_da_Cidade_de_Ijuí.pdf)> Acesso em out. 2022.

AZEVEDO, Vanessa da Silva; COSTA, Ronald Alves da; ROCHA, Romulo Costa. Edificações sustentáveis compostas por sistemas construtivos modulares em aço: utilização de containers para construção de pólos educacionais

universitários. São Paulo. Congresso Latino –Americano da Construção Metálica. 20 a 22 de setembro de 2016.

BASSO, O. L. A. P.; SANTOS, G. M. S. Qualidade na construção civil com enfoque no processo construtivo de alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto. Engenharia Civil – Pedra Branca, 2020.

CAMACHO, J.S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. Ilha Solteira – São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/projeto-de-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf> >. Acesso em: out. 2022.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. Alvenaria Estrutural: Tão Antiga e tão atual. Universidade Federal de Santa Maria. Coordenador do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Alvenaria Estrutural (GPDAE), 1999.

COSTA, Ramsés Yuri da. Dimensionamento da mão de obra na execução de edifícios em alvenaria estrutura. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. Curso de Engenharia Civil. São Carlos, 2011.

HENDRY, A. W. Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe. Prog. Struct. Eng. Mater., Edinburgh, v.4, p.291-300, 2002.

JULIANI, M. A. Análise de manifestações patológicas em condomínio construído com alvenaria estrutural: estudo de caso. 2015. Engenharia Civil- Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157055/TCC%20MARCELA\\_ALEJANDRA\\_JULIANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157055/TCC%20MARCELA_ALEJANDRA_JULIANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y), JULIANI, 2015>. Acesso em nov. 2022.

KALIL, Sílvia Baptista; LEGGERINI, Maria Regina. Estruturas Mistas – Concreto Armado X Alvenaria Estrutural. Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

KALIL, Silvia Maria Baptista. Alvenaria estrutural, 2007. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenariaestrutural>>. Acesso em: nov. 2022.

LEMOS, Jacques Allan Ottobelli – Requisitos mínimos exigidos em obras de alvenaria estrutural, 2016. Disponível em: <[http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2016/TCC\\_JACQUES%20ALLAN%20OTTOBELLI%20LE MOS.pdf](http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2016/TCC_JACQUES%20ALLAN%20OTTOBELLI%20LE%20MOS.pdf)>. Acesso em: nov. 2022.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. 2007. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Revista Katalysis, v10: 35-45.

MOHAMAD, G. Construções em alvenaria estrutural. Materiais, projeto e desempenho. Página 22. Editora Blucher, 2014. Disponível em: <<https://issuu.com/editorablucher/docs/issuuok-peq/9>> Acesso em: nov. 2022.

MOHAMAD, G. Construções em Alvenaria Estrutural. 2ª Ed. Editora: Blucher, 2020.

NONATO, Luiz Fernando Costa. Alvenaria estrutural em suas implicações. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2013.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. Alvenaria Estrutural Em Blocos Cerâmicos – Projeto, Execução E Controle. São Paulo: Nome da Rosa, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4665?show=full>>. Acesso em: nov. 2022.

RAMALHO, M. A.; CORREA, M. R. S. Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. 1. ed. São Paulo: PINI, 2003.

RICHTER, C. Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade/ Cristiano Richter, 2007.

ROCHEDO, Cristiano Sesti. Estudo comparativo do dimensionamento de um edifício de alvenaria estrutural de oito pavimentos: empregando blocos

cerâmicos e blocos de concreto. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2012.

ROMAN, H. Alvenaria estrutural: vantagens, teoria e perspectivas. Em: ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 10. 9 a 12 de novembro de 2019, Gramado-RS. Anais... Gramado: 2019, p. 903-912.

RUFINI, S. A importância do projeto no empreendimento. Disponível em: Sandra Rufino 2.PDF (fatecsp.br). Acesso em 20/01/2022

SABBATINI, F. H. Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa econômica Federal. Caixa econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. 2003.

SANTOS, E. V. Alvenaria Estrutural: Características e especificações, instruções de transporte, estocagem e utilização. Ijuí – RS: Cisbra Blocos, 2012.

SCHMITZ, I. B. T. A. Estudo da Reciclagem da Pasta de Gesso para Construção Civil. Relatório de Pesquisa. Recife: Universidade de Pernambuco, 2008

SOARES, S. M. B. Alvenaria Estrutural. Apostila Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TAUIL, C.A.; NESSE, F.J.M. Alvenaria Estrutural: Metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios. São Paulo, Pini. 2010.

VIEIRA, Gabryela Luiza Ribeiro; SILVA, Larissa Ferreira da Cunha. Estudo comparativo entre os métodos construtivos: parede de concreto e alvenaria estrutural, 2019. Disponível em:

<<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8707/1/Gabryela%20e%20Larissa.pdf>

> Acesso em: nov. 2022.

---



1 Em meados da década de 1950, Yona Friedman, um arquiteto francês nascido na Hungria (artista, poeta e muito mais) fez seu nome quando apresentou seu Manifesto de Arquitetura Móvel. Essencialmente, ele propôs que os humanos não deveriam estar em conformidade com as restrições arquitetônicas, mas sim que a arquitetura deveria ser flexível e adaptável às necessidades atuais e futuras dos humanos. As estruturas e construções teóricas de Friedman, portanto, geralmente visam facilitar a liberdade do ponto de vista do ocupante.

---

[← Post anterior](#)

---

## RevistaFT

A **RevistaFT** é uma **Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B”**. Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).

## Contato

**Queremos te ouvir.**

**WhatsApp:** 11 98597-3405

**e-Mail:** contato@revistaft.com.br

**ISSN:** 1678-0817

**CNPJ:** 48.728.404/0001-22



Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2022

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil