

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS**

**Rodrigo de Freitas Dias**

**ALVENARIA ESTRUTURAL NO CONTEXTO DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS  
CONSTRUTIVOS**

**ITUVERAVA  
2021**

**RODRIGO DE FREITAS DIAS**

**ALVENARIA ESTRUTURAL NO CONTEXTO DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS  
CONSTRUTIVOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.  
Fundação Educacional de Ituverava para a  
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia  
Civil.**

**Orientador(a): Prof. \_\_\_\_\_.**

**ITUVERAVA  
2021**

**RODRIGO DE FREITAS DIAS**

**ALVENARIA ESTRUTURAL NO CONTEXTO DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS  
CONSTRUTIVOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.  
Fundação Educacional de Ituverava para a  
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia  
Civil.**

**Ituverava, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.**

**Orientador (a): \_\_\_\_\_.**  
**Tainara Cristina Ávila**

**Examinador (a): \_\_\_\_\_.**  
**Nome do Examinador (a)**

**Examinador (a): \_\_\_\_\_.**  
**Nome do Examinador (a)**

Dedico a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho pudesse se concretizar, professores, colegas de classe, familiares e em especial a minha esposa Renata e minhas filhas Maria Eduarda e Maria Fernanda, que não mediram esforços para proporcionar condições para que o mesmo fosse desenvolvido.

Agradeço principalmente a Deus por me permitir chegar a esse momento de conclusão de curso, onde foi necessário abrir mão de muitas coisas para poder chegar até aqui e como presente, nos agraciou com o João Guilherme, que está a caminho.

## **AGRADECIMENTOS**

Muito Obrigado,

Ao meu orientador Tainara Cristina Avila, por todo auxílio e atenção.

Aos professores da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ituverava, pelo respeito, dedicação e profissionalismo a que me foi direcionado.

Aos colegas do curso, pelas experiências de aprendizado que juntos vivemos e, pelos momentos felizes em que soubemos dividir conhecimentos.

À minha família, pelo incentivo e força nos momentos de dificuldade, aos quais me possibilitaram a coragem e determinação no cumprimento de mais esta etapa em minha vida.

À Usina Alta Mogiana, que apoiou diretamente oferecendo a oportunidade de fazer esta graduação.

**“É importante ter metas, mas também é fundamental planejar cuidadosamente cada passo para atingi-las”**

**Bernardino**

## RESUMO

Com a crescente demanda por métodos construtivos mais eficientes, a construção civil tem passado por constantes reavaliações de conceitos, inclusive os que já são consolidados há algum tempo. A alvenaria estrutural é um dos métodos de construção mais antigos e para se manter como uma possibilidade atual, vem passando por melhorias e reestruturação. O presente estudo aborda como tema a construção civil no contexto da alvenaria estrutural, sobretudo com o ganho de eficiência do processo construtivo. Busca como principal objetivo abordar as contribuições em alvenaria estrutural diante de obras de edificações industriais. Com objetivos específicos, ainda procura mostrar a construção civil diante da alvenaria estrutural e descrever sobre tal conceito. Para o conceito e escopo do objetivo geral, as seguintes dimensões serão estritamente adotadas para que possa ser implementado corretamente: evidenciar uma contextualização geral acerca da alvenaria estrutural, caracterizar o processo de planejamento na construção civil, bem como os custos de execução e os materiais necessários para a alvenaria estrutural, determinar como se dá a etapa do projeto de construção da alvenaria estrutural, apresentar as patologias e fatores que afetam a resistência da alvenaria e enfatizar a importância da medição da produtividade no canteiro de obras. A determinação das reivindicações sobre alvenaria estrutural fornece uma definição maior das características de cada referencial bibliográfico acerca de sua importância na otimização de processos construtivos. Complementando o panorama apresentado, obtendo assim uma compreensão mais abrangente das questões propostas, concluindo ser é um método construtivo antigo e ao mesmo tempo atual, e que deve ser levado em consideração sempre que uma nova edificação pensada.

**Palavras-chave:** Ganho de eficiência. Construção estrutural. Métodos construtivos.

## SUMMARY

With the growing demand for more efficient construction methods, civil construction has undergone constant reassessment of concepts, including those that have been consolidated for some time. Structural masonry is one of the oldest construction methods and to remain a current possibility, it has been undergoing improvements and restructuring. The present study addresses as a theme the civil construction in the context of structural masonry, especially with the efficiency gain of the construction process. Its main objective is to approach the contributions in structural masonry in front of industrial building works. With specific objectives, it still seeks to show civil construction in the face of structural masonry and describe such a concept. For the concept and scope of the general objective, the following dimensions will be strictly adopted so that it can be implemented correctly: highlight a general context about the structural masonry, characterize the planning process in civil construction, as well as the execution costs and the necessary materials for structural masonry, determine how the structural masonry construction project stage takes place, present the pathologies and factors that affect masonry strength and emphasize the importance of measuring productivity at the construction site. The determination of claims on structural masonry provides a greater definition of the characteristics of each bibliographic reference regarding its importance in the optimization of construction processes. Complementing the presented panorama, thus obtaining a more comprehensive understanding of the proposed issues, concluding that it is an old and, at the same time, current constructive method, and that must be taken into account whenever a new building is thought.

**Keywords:** Efficiency gain. Structural construction. Constructive methods.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Aqueduto de Segóvia.....	14
<b>Figura 2:</b> Monadnock .....	15
<b>Figura 3:</b> Edifícios precursores da alvenaria estrutural no Brasil .....	17
<b>Figura 4:</b> Primeiras Construtoras na Revolução Industrial.....	18
<b>Figura 5:</b> Alvenaria em blocos de concreto.....	20
<b>Figura 6:</b> Execução de Alvenaria Estrutural .....	21
<b>Figura 7:</b> Planejamento e o orçamento .....	23
<b>Figura 8:</b> Estrutura mais leve .....	27
<b>Figura 9:</b> Alvenaria estrutural saindo do solo .....	31
<b>Figura 10:</b> Prédios em alvenaria estrutural .....	34
<b>Figura 11:</b> Modulação em alvenaria estrutural.....	37
<b>Figura 12:</b> Paginação em alvenaria estrutural .....	41
<b>Figura 13:</b> Patologia de junção .....	44
<b>Figura 14:</b> Patologia de argamassa.....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL ACERCA DA ALVENARIA ESTRUTURAL....	14
<b>4 APLICAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS .....</b>	<b>19</b>
<b>5 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>23</b>
<b>6 OS CUSTOS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....</b>	<b>26</b>
<b>7 OS MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A ALVENARIA ESTRUTURAL .....</b>	<b>29</b>
<b>8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....</b>	<b>33</b>
<b>9 A ETAPA DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL..</b>	<b>36</b>
<b>10 PATOLOGIAS E FATORES QE AFETAM A RESISTÊNCIA DA ALVENARIA .</b>	<b>43</b>
<b>11 A IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS.....</b>	<b>48</b>
<b>12 ALVENARIA ESTRUTURAL NO CONTEXTO DO MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>50</b>
<b>13 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel importante no desenvolvimento de um país. Sua representatividade é responsável por 7% do Produto Interno Bruto do Brasil, portanto o desenvolvimento da indústria pode indicar os seguintes fatores: o nível de desenvolvimento do país, crescimento populacional, crescimento econômico, investimento e giro de capital. Além disso, a indústria tem gerado empregos e melhorado a qualidade de vida dos trabalhadores que dependem basicamente da construção civil (DUARTE, 2012).

Em comparação com outros setores da economia, a construção civil brasileira apresenta um longo atraso, principalmente devido ao fato de os métodos de produção e produtos tradicionais estarem desatualizados em comparação com os países desenvolvidos. O estudo do panorama setorial da construção civil mostra que a indústria da construção civil é a mão-de-obra menos qualificada e o fator que exige confiança do trabalhador são os anos de experiência. Esse fator será destacado ao longo do trabalho (DUARTE, 2012).

Este estudo compara o processo de construção da alvenaria tradicional e da alvenaria estrutural, a fim de fornecer subsídios para análise das mesmas e suas contribuições.

Também avalia o ganho ou não de produtividade e as vantagens e desvantagens do sistema de produção com blocos de sustentação em relação ao sistema construtivo tradicional.

A crise afetou a economia de todo o país, reduziu os investimentos no setor e provocou a estagnação de muitas obras, mas aos poucos a indústria vem tentando se manter no mercado. Com a existência da crise, o interesse pela aplicação de ferramentas de engenharia de produção aumentou ainda mais, com a implementação desses novos métodos e ferramentas de produção para diagnosticar ferramentas úteis, será possível modificar conceitos tradicionais e torná-los mais econômicos. A construção civil trata-se de uma área de acentuada importância social e econômica em todos os países do mundo. Seu papel social reside na oferta de estruturas para habitação dos indivíduos, enquanto a economia se beneficia dos empregos gerados e dos valores que circulam em função dessas atividades (PELACANI, 2010).

No país, investimentos têm sido feitos em pesquisas técnicas de sistemas construtivos de baixo custo e com a mesma eficiência, e estruturas de alvenaria têm sido adotadas. A definição de uma estratégia de atuação empresarial voltada para a racionalização do processo produtivo é o ponto básico para que a construção civil se desenvolva e se torne mais competitiva (MENDONÇA, 2012).

No entanto, a indústria da construção civil apresenta um conjunto de características específicas quanto à natureza do processo produtivo e ao mercado em que atua, entre as quais os conceitos e procedimentos trazidos pelas modernas teorias de organização e gestão são aplicáveis aos consumidores industriais.

Muitas construtoras têm dificuldade em racionalizar seus processos de produção. Na execução das tarefas diárias, as intenções relacionadas com a melhoria da competitividade do empreendimento não se concretizaram definitivamente, fazendo com que as próprias ações parecessem distantes do canteiro de obras ou do escritório de projetos. Com a crescente demanda por resultados mais rápidos, eficientes e com custos compatíveis para a construção civil, as empresas vêm investindo em tecnologia e novas e melhores práticas de construtivas.

O setor de Construção Civil no país, apesar dos avanços, ainda é um dos mais caros. As obras de alvenaria industrial, desde as iniciais, até as de ampliação das áreas, instalações e/ou setores de uma empresa, requerem materiais com custos variáveis, conforme sua qualidade, desde a fundação até o acabamento.

O mundo dos negócios na indústria brasileira da construção civil cresce a cada dia e encontra-se mais competitivo, diversificado e exigente, levando as empresas deste ramo a buscarem por novas técnicas de construção, onde estas tenham uma melhor qualidade e maior ganho de produtividade. Tendo isso, as construtoras acabam por se desfazer da ideia de utilizarem um único sistema construtivo, buscando optar por aquele que melhor se enquadre ao empreendimento proposto. (Santos, 2008).

Com isso, no âmbito empresarial construir uma edificação industrial requer um alto investimento. Para tanto, este estudo se justifica devido à viabilidade que traz a alvenaria estrutural em obras no campo industrial, bem como para mostrar os benefícios econômicos, resistência e durabilidade deste tipo de sistema de construção. Diante do contexto, qual a importância da alvenaria estrutural, diante das possibilidades na construção de edificações?

O presente estudo busca como principal objetivo abordar as contribuições em alvenaria estrutural diante da otimização dos processos construtivos. Com objetivos específicos, ainda procura mostrar a construção civil diante da alvenaria estrutural e descrever sobre tal conceito.

A alvenaria estrutural tem sido utilizada principalmente como material de suporte de cargas para resistir à compressão. Por exemplo, paredes de alvenaria dessa modalidade são projetadas para resistir a cargas verticais. Portanto, a resistência à compressão é a propriedade mais importante exigida no projeto de alvenaria estrutural. Neste caso, as forças compressivas

são aplicadas normais à junta das fileiras e assim, a resistência à compressão da alvenaria é obtida submetendo as paredes de alvenaria em compressão normal à junta de assentamento.

Esta pesquisa é demonstrada fornecendo contextualização sobre alvenaria estrutural no contexto de otimização de processos construtivos, à medida que ferramentas científicas são cada vez mais formadas e ajudam a criar e desenvolver instruções em experimentos, fomentando assim a especialistas contemporâneos em produção científica. Por sua vez, lança as bases para referenciar todos os fundamentos e seu valor acumulado, ou seja, sintetizar os fundamentos científicos por meio de fundamentos de pesquisa.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia de uma pesquisa depende da problemática abordada, ou seja, sua natureza e situação espaço-temporal em que se encontra (KÖCHE, 2009).

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho foi executada uma revisão bibliográfica narrativa qualitativa na busca de encontrar fundamentação teórica que embasasse essa pesquisa, com referenciais, contribuições e discussões de outros autores sobre alvenaria estrutural e sua abrangência.

A pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos e praticamente toda pesquisa acadêmica, requer o uso de pesquisa bibliográfica em algum momento do trabalho, (Gil, 2009).

Portanto, foi utilizada essa técnica para entendimento da contextualização histórica da alvenaria estrutural, como ela se comporta em meio a edificações industriais, qual a contribuição do planejamento para essa técnica e quais são os custos comparados ao método convencional de construções.

Além disso, a pesquisa abrangeu os materiais necessários, vantagens e desvantagens, projetos, patologias, medição do canteiro de obras e alvenaria estrutural diante do meio ambiente.

Com a metodologia empregada, verificação dos principais resultados, condições e restrições observadas, o estudo traz uma conclusão a respeito do tema.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL ACERCA DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é considerada uma técnica construtiva muito clássica, usada pelo homem a partir da idade média. Sendo o essencial componente de alvenaria a rocha. No entanto, a começar por 4.000 a.C., a argila foi introduzida, incorporada ao composto, tornando possível a fabricação de tijolos. Com o passar dos anos e o racional crescimento do entendimento empírico, os processos de construção foram otimizados. Logo, nos dias de hoje é possível obter uma grande variabilidade de blocos, de distintos tamanhos e resistências. Incentivando dinamizar as construções em alvenaria estrutural. Trata-se, então, de um processamento construtivo, no qual as paredes evidenciam ofício estrutural, ou seja, são autoportantes (SANCHES, 2013).

A utilização de alvenaria estrutural remonta a milhares de anos, onde se iniciou com as construções das catedrais. Eram poucos que tinham conhecimento desse processo construtivo, que com o avanço da utilização de novos recursos e materiais, construíram catedrais de grande porte e estruturas que ainda se encontram em perfeita conservação (SANCHES, 2013).

Outro exemplo de construção em alvenaria estrutural é o Aqueduto de Segóvia, do século 1º d.c. feito pelos romanos, para transportar água das montanhas até a cidade, conforme figura 1 e foi utilizado até o final do século XIX.

**Figura 1:** Aqueduto de Segóvia



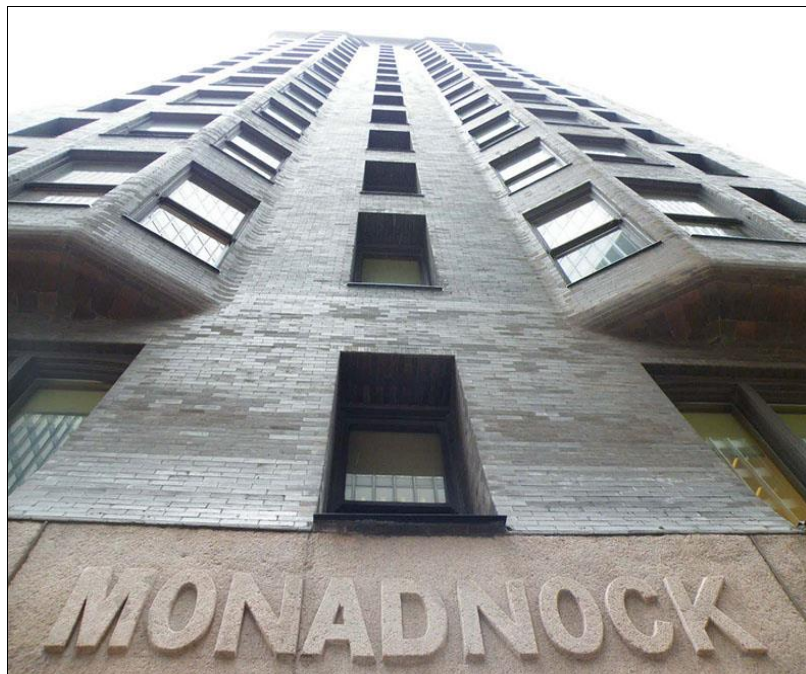
**Fonte:** Página Alvenaria Estrutural (2016)

Essas obras grandiosas, que marcaram a humanidade pelos aspectos estrutural e arquitetônico, eram construídas com unidades de blocos cerâmicos ou de pedra intertravados, com ou sem material 6 ligante, (MOHAMAD, 2015).

De acordo com o método de projeto empírico, os edifícios de grande porte foram construídos com tijolos e pedras de barro. A técnica de execução é o simples empilhamento de tijolos. Esses tijolos resistiram ao tempo e se estenderam por milhares de anos, até hoje se tornaram verdadeiros monumentos com grande valor histórico (HELENA JÚNIOR, 2012).

No século XVII, quando eram usados conceitos estatísticos para determinar a estabilidade de arcos e cúpulas, a alvenaria estrutural era considerada uma técnica de construção civil. Nos séculos 19 e 20, alguns países desenvolveram testes de resistência para membros de alvenaria estrutural, mas ainda elaboravam esses itens com base em métodos empíricos, portanto, havia grandes limitações. Ao longo dos séculos 19 e 20, vários edifícios foram construídos em alvenaria. Com 16 andares e 65 m de altura, tornou-se um símbolo clássico da alvenaria estrutural americana (MOREIRA, 2011), conforme figura 2.

**Figura 2:** Monadnock



**Página:** Monadnock (2021)

Suas paredes tinham aproximadamente 1,80 metros de espessura, o que tornava a racionalização do processo executivo uma técnica praticamente impossível de ser aplicada,



fazendo com que o sistema se tornasse lento e de custo muito elevado. (RAMALHO E CORRÊA, 2011)

Acredita-se que, se os métodos de projeto atuais forem usados, essas mesmas paredes podem ter menos de 30 cm de espessura. No século 20, devido à necessidade de encontrar novos métodos alternativos de tecnologia da construção, as pessoas realizaram algumas pesquisas com o objetivo de criar padrões e adotar padrões de cálculo baseados em métodos de racionalização (PAULUZZI, 2015).

Apenas no início do século que estamos, por volta do ano de 1920, que a alvenaria estrutural passou a ser estudada com base em princípios científicos e experimentação laboratorial, (ACCETTI, 1998).

No Brasil, a alvenaria é utilizada desde o século XVI. No entanto, a alvenaria com blocos estruturais é considerada um processo construtivo mais complexo e tem como foco a racionalização da construção de edifícios, considerada como tecnologia de construção civil. A construção original foi secada ao sol com pedra ou ladrilho cerâmico, de espessura muito espessa, sem que se apercebesse de qualquer tipo de resistência e métodos de cálculo. O dominante até século atual foi o surgimento da alvenaria ou da telha cerâmica e posteriormente argamassa de cal, cinza vulcânica e cimento Portland (PAULUZZI, 2015).

Após 50 anos de aplicação, mas raramente usada, na década de 1950, a alvenaria estrutural foi considerada como tendo um relativo "renascimento". Após a Segunda Guerra Mundial, devido à falta de recursos de construção europeus, o uso deste método de construção aumentou muito. Nesse contexto histórico, os suíços têm uma participação importante. Com a melhoria do cimento e do aço nos últimos dez anos, muitos edifícios na Suíça são construídos com alvenaria e surgiram alguns padrões. Esses padrões permitem calcular a espessura precisa e espessura das paredes com base em cálculos mais razoáveis e experimentos de laboratório (PARSEKIAN e SOARES, 2014).

Em 1950, Basel, na Suíça, construiu um prédio de 13 andares, o que foi uma grande conquista na história da alvenaria estrutural. A espessura da parede externa do edifício é de 37,5 cm, e a espessura da parede interna foi reduzida para 15 cm. Desde então, os anos seguintes foram marcados por muitos estudos experimentais e aprimoramentos em modelos computacionais, voltados para qualquer projeto de ação. Nas décadas de 1960 e 1970, houve um grande interesse pela alvenaria estrutural abrangendo outros países europeus (como a Inglaterra), onde muitas obras de alvenaria estrutural foram realizadas, principalmente por meio de planos públicos (PARSEKIAN e SOARES, 2014).

Após a revolução industrial, com o desenvolvimento das máquinas, passou a ser possível produzir materiais em larga escala. Sendo assim, os componentes da alvenaria estrutural foram substituídos por tecnologias mais avançadas, o que promoveu o desenvolvimento da tecnologia de pesquisa científica. A formulação da fórmula, na qual a carga de trabalho da parede é calculada pelo fator de segurança, é o início de uma nova era de edificações. A tecnologia de execução não se baseia mais na experiência anterior, mas sim na tecnologia pesquisada com antecedência (SILVA, 2013).

Os primeiros edifícios em alvenaria estrutural com blocos estruturais foram construídos na década de 60, conforme figura 3, com tecnologias e procedimentos baseados em normas americanas.

**Figura 3:** Edifícios precursores da alvenaria estrutural no Brasil



**Fonte:** Sanches (2013)

De acordo com os padrões de construção da época, as verificações da capacidade resistente dos materiais e da estrutura eram basicamente empíricas. Conforme Santos (2012), o conhecimento era adquirido pelas experiências dos construtores passando de geração em geração até, quase o início do século XX.

Assim, a alvenaria estrutural foi uma das mais empregadas técnicas de construção até a Revolução Industrial onde surgiram às primeiras construtoras, conforme a Figura 4, devido à descoberta do aço e concreto como um dos principais materiais que marcaram essa época. Esses novos materiais permitiram a construção de grandes edifícios industriais devido à versatilidade de arquiteturas.

**Figura 4:** Primeiras Construtoras na Revolução Industrial



Fonte: Santos (2012)

No Brasil, a alvenaria estrutural ainda se apresenta como um dos sistemas de construção mais utilizados. Sua utilização data deste de 1960, já que as construções mais antigas não tinham critérios estatísticos de dimensionamento e regulamentações de segurança nas obras (CHING, 2016). Sanches (2013, p.07) complementa que “a maioria das edificações tinha quatro pavimentos com critérios de execução e dimensionamentos baseados na experiência do construtor”.

Já, diante deste contexto, a alvenaria estrutural surge por volta de 1966 a 1970 no Brasil. Esse tipo de construção trouxe diversas vantagens, seja na flexibilidade de gestão na obra e construção, como na economia do processo e sustentabilidade (Gomide, 2011). A alta competitividade entre as empresas na área da construção civil faz com que várias tecnologias sejam disponibilizadas no mercado, sendo uma delas a alvenaria estrutural. Dessa forma, esse sistema se caracteriza a partir de arranjo arquitetônico, coordenação dimensional e racionalização de projeto e produção.

A utilização de blocos cerâmicos na construção de alvenaria estrutural surge a partir de 1980, com serviços de construção modular já com pontos definidos de instalações elétricas e hidráulicas. Na década de 1990 foram construídos muitos os edifícios industriais precursores da alvenaria estrutural no Brasil, conforme a Figura 2 (SANCHES, 2013).

## **4 APLICAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS**

As constantes dificuldades devido ao aumento gradual da concorrência e dos níveis de exigência construtiva têm provocado na gestão da construção uma mudança nas estratégias, de forma a possibilitarem a introdução de melhorias na produção, empregando alternativas que levem à racionalização do processo.

Os principais questionamentos e preocupações no campo da Engenharia Civil diante de edificações industriais, em geral são em como garantir espaços funcionais para o desempenho do ambiente construído e, sobretudo como economizar custos a curto e longo prazo (RAMALHO e CORREA, 2011).

Estes critérios no contexto da construção de edificações industriais são fundamentais para entender o cenário brasileiro de ampliação empresarial. Por isso, conforme Roman; Mutti e Araújo (2011, p.135), a alvenaria estrutural “está sendo largamente utilizada como sistema construtivo capaz de responder as necessidades, pois é capaz de atender aos critérios de desempenho e custo”.

A alvenaria estrutural tem diversas vantagens, onde a economia é uma das principais devido a otimização de tarefas na obra, por meio de técnicas simples empregadas para facilitar a execução das etapas do projeto, conforme a evolução da construção, de forma a minimizar riscos com perdas de materiais e arranjo do mesmo para finalização do mesmo (SANCHES, 2013).

Dessa forma, o sistema de construção em alvenaria estrutural trouxe flexibilidade na execução e planejamento das etapas, no campo industrial, tornando-se um atrativo diante da organização na obra, importante diferencial de competitividade no Brasil, bem como fundamental diante das Leis de Segurança vigentes (NOGUEIRA, 2014).

Neste contexto, tem-se elevado a procura por métodos de construções econômicos e sustentáveis. Dessa forma, uma boa parte das construções industriais têm dado preferência a alvenaria estrutural, justamente por fornecer opções de materiais e tipos de construções economicamente viáveis, com a rapidez necessária e com métodos sustentáveis.

As vantagens do uso de alvenaria estrutural incluem a redução do tempo de execução, a fácil aplicação de tecnologia de coordenação modular, a redução do custo, a eliminação das formas de madeira, a redução da espessura do revestimento, o não possuímento de vigas ou pilares (elimina a interferência entre a estrutura e o edifício), a eliminação do molde, a redução e simplificação de reforços, a redução da força de trabalho e profissional, a

montagem e não moldagem (processo de industrialização), propensão a vãos menores (economia de laje) e prazos reduzidos significativamente (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

No entanto, como todos os sistemas de construção, a alvenaria estrutural também tem algumas desvantagens. Dentre estas, se pode citar o fato de que a parede estrutural não pode ser modificada, limita a flexibilidade do edifício e restringe o uso do balanço patrimonial. A alvenaria é um material de construção tradicional que tem sido usado para executar vários tipos de estruturas há milhares de anos. Pela simplicidade e eficiência de sua execução, tornou-se a principal forma de construção do mundo antigo.

A alvenaria estrutural é considerada um sistema construtivo lógico, com diminuição de custos e prazos de energia céleres. Essa técnica substitui os pilares e vigas por paredes resistentes às cargas, ou seja, não serve apenas para vedar, porém resistem as cargas verticais, laterais consecutivas da atuação dos ventos.

A alvenaria estrutural executada da maneira adequada, dispensa acabamentos, ou qualquer tipo de emboço, conforme figura 5, e isso se torna atraente para as indústrias, principalmente em casos que não demandam um acabamento mais refinado.

**Figura 5:** Alvenaria em blocos de concreto



**Fonte:** Página Brasil Engenharia (2016)

A alvenaria estrutural tem o posterior ofício de resistir as: cargas verticais, impactos e ao vento; corporificar clausura acústica e térmica; tapulhar águas pluviais; ter boa performance a atuação ao fogo. Similarmente apresenta redução das fases construtivas em

semelhança com a alvenaria assente. A base da alvenaria estrutural é a modulação, um utensílio destacado na industrialização da construção, uma vez que possibilita eficiência e economia nos processos e reduz as atividades desenvolvidas no local da construção. A construção acaba sendo somente um local de instalação dos componentes construtivos manufaturados (MATTOS, 2018).

Por meio deste método construtivo é possível diminuir custos em etapas do processamento, levando a melhora da utilização da matéria-prima, pela prontidão na execução pós decisão de projeto ou compra de componentes, pelo crescimento da produtividade e pela redução de perdas. Economicamente, o utente tem grandes impactos, a sua aplicação é primordial para atingir um nível superior de racionalização em todas as etapas da construção.

Alvenaria estrutural sendo executada, conforme figura 6, demonstra a importância de se conhecer o processo construtivo como um todo, pois existem etapas a serem seguidas que interdependem das outras.

**Figura 6:** Execução de Alvenaria Estrutural



**Fonte:** Escola Engenharia (2019)

A utilização do conceito de modulação gera flexibilidade no posto dos componentes e favorece o ampliação dos espaços de acordo com as necessidades e condições financeiras dos usuários, essas qualidades de flexibilidade e adaptações contêm grande valia para edificações. Os principais componentes da alvenaria estrutural são: o bloco, a argamassa e o graute (VENDRUSCULO, 2017).

Dentre os quais o bloco é considerado o essencial componente desse princípio construtivo, uma vez que precisa proporcionar resistência, permeabilidade, clausura térmica e acústica, resistência ao fogo. Quanto à qualidade, o bloco pode ser vazado ou volumoso, cerâmico ou tangível. Na alvenaria estrutural os furos colocados na perpendicular, dessa forma asseguram a resistência e favorece a perspectiva para instalações elétricas (VENDRUSCULO, 2017).

## 5 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A gestão correta do trabalho é uma tarefa que exige firme determinação, por isso o planejamento tornou-se um dos principais aspectos do sucesso empresarial. Com um roteiro claro, o plano de construção pode mostrar suas vantagens. Mesmo assim, no que se refere às notícias, ainda há muitas construtoras, principalmente as menores, que não sabem disso. Devido à falta de informações gerenciais, muitas pessoas acreditam que planejar mais do que aumentar a produtividade, controlar prazos e reduzir custos/perdas é burocrático e incompreensível, inviabilizando-o pelo porte da empresa.

No entanto, a figura 7 chama a atenção para essa etapa tão importante no desenvolvimento da alvenaria estrutural, principalmente ratificando o conteúdo citado anteriormente da modulação de peças, compra de materiais e passagens de dutos e acabamentos.

**Figura 7:** Planejamento e o orçamento



**Fonte:** AECweb (2020)

Existem muitas linhas de definição para o planejamento. Pode-se defini-lo como um conjunto de análises indispensáveis, para que tenham a capacidade de tomar a decisão certa e fazer as transformações necessárias para chegar à fase final do empreendimento quando o plano é exato ou esperado. O planejamento, de alguma forma, torna a empresa imortal, pois os



gestores podem obter a capacidade de responder de forma rápida e correta monitorando o andamento do negócio e possíveis mudanças estratégicas (GOMES; et al., 2013).

O plano inclui um método que vai desde a tomada de decisão até a adoção das medidas necessárias para chegar à primeira etapa do negócio e transformá-la na etapa final exigida. Paralelamente a isso, a ação estabelece um padrão de desempenho, e o andamento do empreendimento é medido e analisado de acordo com o padrão de desempenho na fase de controle da produção (GOÉS, 2013).

O planejamento é definido como o processo de usar métodos eficazes para incorporar decisões em ações futuras previstas. As pessoas definem o planejamento como uma estratégia e acreditam que as empresas irão utilizá-lo para gerenciar sua participação em ações futuras para que possam tomar decisões. Além disso, o plano interno da empresa ampliou o controle de todos os procedimentos internos e do meio ambiente, garantindo assim sua sobrevivência e comprovando sua eficiência (GOÉS, 2013).

Com o rápido aumento da produção, o processo de planejamento passou a ter um papel vital na empresa. Ao idealizar e iniciar o processo de planejamento dos trabalhos, os gestores obterão as características altamente informativas de cada projeto, permitindo-lhes realizar as atividades com mais eficiência e precisão. O planejamento tem vários benefícios. Os principais são (FERREIRA, 2015):

- Conhecimento global sobre o trabalho - para que o planejador faça um bom trabalho, este é atribuído ao seu planejamento, pesquisa do projeto, análise do processo construtivo, análise da produtividade e pesquisas contempladas no orçamento, desta forma, o profissional terá a capacidade, condições e tempo suficientes para mudar seus planos;
- Identificar situações adversas - caso sejam previstas situações adversas que não estejam de acordo com o planejado, o gerente do projeto tenta tomar medidas para prevenir e/ou corrigir possíveis erros e intervir em tempo hábil para reduzir o impacto no custo e no cronograma;
- Velocidade de decisão - fornece uma visão real do trabalho, planejamento e controle e desempenha um papel confiável para que os gerentes possam tomar decisões de gerenciamento mais rapidamente. Entre eles estão: expectativa de serviços, movimentação de máquinas e equipamentos, ampliação de equipes, mudanças nos sistemas prediais, contratação de serviços e melhorias de produtividade;
- Vinculação com o orçamento - após a proposição de indicadores de produtividade e a definição da equipe agregada ao orçamento, o engenheiro civil combina o plano com o orçamento para avaliar oportunidades de melhorias e possíveis alterações de não

conformidades, pois isso é importante que o orçamento do serviço atenda à produtividade pré-determinada;

- Unificação – Com o planejamento, toda a equipe pode ser padronizada e regulamentada. Uma vez que a comunicação pode ser melhor e o consentimento de todos pode ser obtido, o trabalho pode ser realizado de forma mais eficiente, evitando discordâncias entre engenheiros e supervisores.

Outro ponto que torna o planejamento muito importante são os ajustes constantes que podem e devem ser feitos no processo de constituição de um negócio. Os princípios de planejamento e controle desses projetos no processo produtivo foram ajustados nas edificações civis, mas geralmente não são concluídos com eficácia (FERREIRA, 2015).

Essa falta de eficácia pode ser observada em vários problemas que surgem neste processo, tais como: falta de uma visão global do processo, negligência da incerteza e necessidade de modificar o comportamento das pessoas ou processos envolvidos. Dada a importância do plano, a empresa que o implementar corretamente receberá um documento que servirá de base para o desenvolvimento e aprimoramento de planos futuros e planos de execução em trabalhos semelhantes (FARIAS, 2013).

Com a implementação, as empresas conquistaram a confiança dos clientes, o que os ajuda a realizar transações nesse mercado cada vez mais competitivo. O planejamento não trará apenas uma atmosfera de seriedade e comprometimento aos clientes, mas também com o próprio trabalho e a própria empresa. Embora o plano seja crucial, ele não pode atender aos requisitos sozinho. É necessário não apenas monitorar adequadamente todas as atividades envolvidas no processo, mas também verificar os resultados reais obtidos (FARIA, 2017).

## 6 OS CUSTOS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Um dos principais objetivos das empresas é o lucro, antes mesmo de realizar um trabalho qualificado e eficiente. Por isso, é necessário planejar com antecedência e investigar rigorosamente esse importante indicador. O interesse dos empresários é atingir o menor custo entre todos os custos envolvidos no projeto, e é igualmente importante estimar todos os custos, sejam de capital ou correspondentes à operação e manutenção do ciclo de vida do projeto. Portanto, um orçamento é uma previsão (ou estimativa) do custo ou preço de uma obra. O custo total da obra é o valor correspondente à soma de todos os custos necessários para a execução da mesma. O orçamento dos serviços de construção ou engenharia civil é igual à soma dos custos diretos, indiretos, despesas, impostos e o resultado estimado (lucro esperado) do contrato. Deve-se também tomar a soma dos custos indiretos e dos resultados para gerar um percentual da receita e dos custos indiretos, quando essa adição é dividida pelo custo direto total da obra (LORDSLEEM, 2012).

O padrão de comparação de custos de materiais é baseado na qualidade, eficácia e desempenho dos produtos a serem utilizados. A combinação desses fatores proporciona bom desempenho e otimização de custos no trabalho. Vários são os fatores externos que podem afetar o tempo de execução da obra, tais como: intempéries, recursos insuficientes e número de funcionários. Sabendo disso, a influência desses fatores deve ser analisada em cada método (LORDSLEEM, 2012).

As despesas de execução estão diretamente ligadas ao tempo. As durações dos serviços implicam em custos prolongados ou reduzidos. Assim, cabe ao engenheiro apontar os serviços e coordenar os recursos para que não venham faltar subsídios necessários para o andamento da obra. É importante saber o serviço realizado no canteiro de obras e o momento adequado. Esse fator é importante quando se trata de cronogramas e até de prazos de entrega (NOCÊRA, 2013).

A melhoria da eficiência da engenharia civil está intimamente ligada ao desenvolvimento do país. O estudo apontou que a produtividade da construção deve ser aumentada, por isso é fundamental que os gestores aprimorem a forma como fazem seu trabalho para que tenham esse fator. Produtividade é a relação entre o uso de mão de obra e o uso de materiais. O uso preciso da mão de obra pode otimizar o consumo de material. Em outras palavras, o uso correto dos recursos produzirá resultados óbvios, aumentando a produtividade. Com isso em mente, essa relação temporal será avaliada em cada método (THOMAZ e DEL MAR, 2013).

Para obter um orçamento suficiente, é necessário quantificar o custo dos materiais, mão de obra, equipamentos utilizados na implantação do equipamento e alguns itens. Obras e serviços só podem ser leiloados se houver um orçamento detalhado na planilha que descreva a composição de todos os custos unitários (EASTMAN, 2014).

O custo pode ser dividido em custo direto e custo indireto, sendo que o direto é diretamente relacionado ao serviço e o indireto refere-se a todos os demais custos aplicados coletivamente ao serviço no canteiro de obras. Nas edificações civis, são utilizados dois tipos de sistemas de gestão: os sistemas de gestão central, onde os custos são chamados de custos do negócio, e os sistemas de produção, os quais são chamados de custos de produção (RIBEIRO, 2013).

O custo da construção civil no Brasil está relacionado ao custo padrão, o orçamento é apenas uma estimativa, uma margem de segurança excessiva vai cobrir a ineficiência do processo. O custo do sistema convencional é cerca de 40% superior ao custo do sistema de alvenaria estrutural, o que economiza apenas 13% no custo direto dos dois sistemas. O autor explica ainda que se o custo da obra for considerado devido ao aumento do cronograma, a economia de custos pode chegar a 20% (RIBEIRO, 2013).

Desta forma, o custo de construção da alvenaria estrutural é menor. Os sistemas de alvenaria estrutural relacionados ao concreto armado têm mostrado economia de fôrmas, redução de prazos estruturais, redução do desperdício de material conforme figura 8 e, em última instância, contribuíram para a sustentabilidade, redução de revestimentos internos e externos e redução do estágio de estrutura executiva do projeto.

**Figura 8:** Estrutura mais leve



Fonte: Fórum da Construção (2020)

Portanto, o uso de estruturas de alvenaria pode reduzir significativamente os custos do projeto, e métodos de construção cuidadosamente selecionados podem aumentar a produtividade, reduzir custos e facilitar o gerenciamento do projeto. É sempre necessário buscar um maior retorno do investimento no sistema construtivo. Para tanto, o autor fez um estudo comparativo de sistemas estruturais de concreto armado e alvenaria estrutural em edifícios residenciais de médio padrão.

Todos os custos diretamente relacionados com a produção da obra, incluindo o insumo de materiais, mão de obra e equipamentos auxiliares, bem como toda a infraestrutura de apoio necessária à execução da obra no ambiente de trabalho. Para o cálculo do custo da mão-de-obra devem ser somadas ao salário todas as despesas sociais, básicas, de eventos, recorrentes e complementares (alimentação e transporte), taxa obrigatória sobre o trabalhador e determinada por regulamentação trabalhista específica (RODRIGUES, 2013).

O número de materiais, horas de equipamento e horas de pessoal para cada unidade utilizada para realizar esses serviços são multiplicados pelo custo do material, o aluguel por hora do equipamento e o salário por hora dos trabalhadores, mais a sociedade, que é chamado de custo unitário de composição. Desta forma, pode-se exemplificar a situação do concreto simples, inserindo diretamente o número de horas de trabalho do pedreiro, servo, betoneira, vibrador de imersão e material, dependendo da quantidade de mistura necessária (BAYERLEIN, 2014).

Por outro lado, os custos indiretos são representados por itens de custos não fáceis de mensurar, esses itens de custos são medidos em unidades de serviço. Incluem despesas necessárias para realizar a obra, embora não incluídas na obra, bem como impostos, taxas e doações. E, os custos tributários são os custos decorrentes de disposições legais, compreendendo tributos, impostos, taxas, emolumentos e tarifas (PILOTTO e VALLE, 2011).

Custos financeiros são os custos incorridos por empréstimos para financiar o capital de giro da empresa ou para comprar bens duráveis (como equipamentos), financiando juros de capital. O *overhead* pode ser obtido no mapa mensal das despesas administrativas centrais da compilação da organização. Com um quarto dos dados, o custo anual pode ser estimado. O percentual do custo deve ser dividido entre os projetos a serem implantados no ano corrente. Um dos maiores problemas que a empresa enfrenta é como alocar esses custos entre os projetos para que não sobrecarreguem o orçamento de construção (BRANDSTETTER; SANTOS e CARASEK, 2013).

## 7 OS MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema que funciona com a boa interação entre os seus vários componentes, que juntos constituem os elementos responsáveis por absorver e transmitir todas as funções estruturais do edifício. Os principais materiais que compõem o sistema são blocos, juntas de argamassa e lajes, podendo os dois primeiros formar elementos com funções distintas, como paredes, suportes, pilares e vigas.

Tal como acontece com os sistemas convencionais (estruturas de concreto armado e alvenaria vedada) e outros sistemas construtivos, a definição da fundação leva em consideração as características do solo e as opções de projeto. No entanto, certas características do sistema de construção afetam diretamente a definição dos tipos de fundação (CANATO, 2015).

As estruturas de alvenaria e concreto armado produzem estruturas pesadas e requerem mais fundações, com a diferença de que as estruturas de concreto armado podem transmitir cargas no tempo pelos pilares, enquanto a alvenaria estrutural é transmitida linearmente pelas paredes. Na alvenaria estrutural, a parede é o elemento de suporte, e a carga atinge a fundação em forma de parábola ao longo de seu comprimento, o que facilita a utilização de uma fundação contínua. Normalmente, são usados calçados contínuos, mas isso depende do tipo de solo onde o edifício está localizado (BARISON, 2016).

Para solos com baixa capacidade de carga, outra opção é usar estacas alinhadas com espaçamento de no máximo 3 m, e usar vigas carecas no topo da estaca para distribuir a carga. Os blocos são a base da coordenação modular, premissa da alvenaria, e podem ser confeccionados com diversos materiais, sendo o mais comum a utilização de concreto e telhas cerâmicas, desde que possuam controle de qualidade no processo de fabricação, armazenamento e transporte para garantir sua resistência, propriedades mecânicas e tamanho dos seixos externos (CANATO, 2015).

Os blocos de concreto são os mais utilizados na produção em série e são regulamentados pela NBR 6136 e pela NBR 15961, que especificam as características mínimas para controle de qualidade e uso. Além de blocos ocós simples, existem alguns blocos especiais para formar elementos estruturais, como portas, contra-linhas, cintas de amarração, encaixes de laje de piso ou compensação para medidas de projeto não modular (VITTORINO, 2017).

A argamassa de assentamento cumpre a função de solidificar toda a parede, transmitindo forças horizontais e verticais ao longo de todo o seu comprimento, integrando

assim a estrutura. Além disso, a argamassa absorve a deformação de ajuste da estrutura e compensa as irregularidades causadas por possíveis alterações dimensionais dos blocos (NUNES, 2011).

O rejuntamento tem duas funções: a primeira função é integrar a barra de aço e a alvenaria no caso de alvenaria de betão armado ou apenas na barra de aço estrutural. A segunda função é aumentar a resistência da parede sem aumentar a resistência da unidade. O reforço da alvenaria da estrutura reforçada é projetado para suportar a força de tração do concreto armado convencional. São embutidos verticalmente nos furos dos blocos e circundados por rejuntas, que têm a função de proteger as barras de aço e unir o concreto aos blocos (VITTORINO, 2017).

As barras de aço utilizadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas nas estruturas de concreto armado, existindo sempre na forma de barras de aço arquitetônicas ou calculadas.

A parede de alvenaria pode suportar cargas pesadas verticais e horizontais paralelas ao seu plano, mas é relativamente fraca em comparação com a carga horizontal perpendicular ao seu plano. Paredes estruturais que podem ser subdivididas em elementos de alvenaria são projetadas para suportar cargas horizontais paralelas ao seu plano e cargas externas (ação do vento), promovendo assim o "travamento" da estrutura, como a impossibilidade de construir um galpão em alvenaria estrutural, pois não contém paredes internas de suporte para estabilizar a estrutura contra o vento (SILVA, 2011).

Nas obras de alvenaria estrutural ou edifícios, o ideal é que todas as paredes tenham funções estruturais, que contribuam para a estabilidade da estrutura, exceto as paredes hidráulicas, que devem ser paredes estanques sem funções estruturais. Têm a função de reforçar as paredes estruturais para evitar a flambagem. Quando não houver parede de suporte em uma parede mais longa, a parede pode ser reforçada aplicando vários rejuntas em sequência para trazer estabilidade à estrutura (SILVA, 2011; RIGÃO, 2012).

A norma não estipula que a estrutura suportada pela parede de vedação possa ser considerada, e se for considerado que a parede de vedação contribui para a resistência da viga, não há hipótese de cálculo. A única referência é o deslocamento limite, que é o valor real utilizado para verificar o estado limite de deformação excessiva da estrutura em uso. Por outro lado, a NBR 14931 estipula parâmetros detalhados para a execução de obras em concreto, os quais são elaborados de acordo com a NBR 6118. Nos projetos que envolvem apoios, existem várias instruções de apoio que não devem ser utilizadas em hipótese alguma. Diz-se que a

própria parede de vedação pode ser usada para apoiar a parte inferior da viga (REBOREDO, 2013).

Vale ressaltar que o sistema atípico tem sido questionado pela sociedade, o que gera maior desconforto na comercialização das unidades. Para as condições ideais de alvenaria estrutural, existem cinco pontos-chave para a economia e otimização do sistema (RITTO, 2012).

A alvenaria deve vir diretamente do solo, conforme figura 9, isso evita o surgimento de outros elementos estruturais, como vigas de transição que aumentam o custo do sistema. Deve-se evitar usar peças de concreto armado em alvenaria, pois elas aumentam o custo e aumentam o consumo de aço e concreto, além de demandar mais mão de obra para sua execução, diferente da utilizada na estrutura (RITTO, 2012).

**Figura 9:** Alvenaria estrutural saindo do solo



**Fonte:** Mapa da Obra (2018)

Portanto, blocos especiais devem ser usados para evitar o uso de concreto armado. No sentido de aumentar a alvenaria de pedra, o custo também é crescente, pois a interação das influências externas (vento) é maior e a estrutura precisa ter tração, o que aumentará o consumo de aço e concreto. O alinhamento da parede ajuda a melhorar a estabilidade geral (RITTO, 2012).



Para edifícios comuns, certos aspectos devem ser analisados para que o sistema construtivo em estudo possa ser selecionado. Conforme mencionado anteriormente, a altura da edificação pode inviabilizar o uso desse sistema, pois aumenta o custo e ao mesmo tempo aumenta o consumo de rejuntamento, concreto, aço e mão de obra (PARSEKIAN, 2012).

O tipo de uso também deve ser considerado, pois a remoção das paredes é impossível, por isso os pequenos vãos e edifícios flexíveis são preferidos. Portanto, isso torna mais difícil o uso do sistema em edifícios comerciais ou residenciais de alto padrão com grandes vãos.

## **8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

As principais vantagens da alvenaria estrutural sobre o concreto armado são (LUIZ, 2011; KOLLING, 2012):

- Economia da forma e adereços: podem até deixar de existir, eliminando por completo o uso de madeira. Quando presentes, limitam-se aos necessários à concretagem da laje quando esta é fundida parcialmente. Portanto, além da parede, um gabarito liso e barato e uma grande quantidade de uso repetido também podem ser usados como parte do suporte do gabarito, reduzindo assim o derramamento;
- Redução significativa do revestimento: devido à qualidade dos blocos e à controlabilidade da construção, a redução do revestimento é muito significativa, podendo em alguns casos omitir-se rugosidade e gesso. Gesso e ladrilhos podem ser aplicados diretamente no bloco. Além disso, uma vez que as colunas e vigas do sistema de construção tradicional não se sobrepõem, o corte mais detalhado dos azulejos é evitado;
- Reduzir o desperdício de material: por exemplo, em equipamentos de saneamento hidráulico ou elétrico, o fato de a parede não permitir cortes ou aberturas é um dos motivos para reduzir o gasto de material. Portanto, o que realmente é considerado desfavorável significa que a possibilidade de improvisação é eliminada, o que sempre aumenta muito o custo da construção;
- Economia de trabalho: a complexidade da etapa de implementação reduz muito a intensidade do trabalho e o treinamento simples torna os trabalhadores mais versáteis. Portanto, profissionais como armadores e carpinteiros não são mais necessários. Quando o pedreiro executa o trabalho de alvenaria, ele pode montar as ferragens e dutos, e pode manter as peças pré-formadas instaladas, como o caixilho, o forro da porta e a contra viga. Portanto, também elimina a interferência nas interfaces entre os subsistemas;
- Flexibilidade no ritmo construtivo: utilizando painéis pré-fabricados, o ritmo da obra será desvinculado do tempo de cura do concreto, tornando a construção mais flexível. Além disso, a tecnologia de execução simplificada pode acelerar o trabalho, acelerando assim o retorno sobre o capital de investimento;
- Reduzir o consumo das barras de aço;
- Reduzir a diversidade de materiais utilizados: reduzir o número de subcontratados no trabalho, reduzir a complexidade das etapas de implementação e reduzir o risco de progresso da implementação devido a possíveis faltas de materiais, equipamentos ou mão de obra;
- Excelente resistência ao fogo e propriedades de isolamento termoacústico.

Os mesmos autores apontaram ainda que embora as vantagens sejam muito relevantes, comparadas com as estruturas tradicionais de concreto armado, algumas desvantagens da alvenaria estrutural não podem ser ignoradas, as quais são listadas a seguir:

- As limitações do projeto arquitetônico não permitem arranjos ousados;
- Como a norma brasileira não permite que tubos com líquido passem pelos furos do bloco, caso não seja possível formar um eixo, deve-se escolher uma parede hidráulica, o que pode ser feio em alguns casos;
- É difícil adaptar o edifício a novos usos: como as paredes fazem parte da estrutura, é obviamente impossível fazer alterações muito significativas no layout do edifício. Isso não é apenas inconveniente, mas também tecnicamente impossível na maioria dos casos, conforme pode ser demonstrado na figura 10.

**Figura 10:** Prédios em alvenaria estrutural



Fonte: Página Amigo Construtor (2020)

Além disso, há outras vantagens da alvenaria estrutural são propostas, entre elas, a mão-de-obra especializada é reduzida, pois requer apenas mão de obra especializada para a construção da alvenaria, enquanto nos sistemas construtivos tradicionais requer equipes de alvenaria, moldes, esquadrias etc. Outra vantagem citada é a baixa diversidade de materiais utilizados (ROSEMANN, 2011).

Fácil treinamento de mão de obra, alta resistência ao fogo e bom desempenho acústico. Como desvantagem, o autor cita o fato de que se a parede de suporte não for

substituída por outros elementos com a mesma função e vão limitado, a parede de suporte não poderá ser removida (EASTMAN, 2014).

Outras desvantagens são as limitações do projeto arquitetônico, que não permite projetos arrojados de obras, sendo impossível adequar o edifício a novos usos. Na alvenaria estrutural, as paredes são utilizadas como elementos estruturais dos edifícios. A estabilidade do dispositivo dependerá da correta disposição espacial da parede. A parede deve suportar cargas verticais (peso próprio e carga ocupada) e laterais (vento, forças do solo, etc.), sendo que a carga lateral deve passar pela placa e ser paralela à força lateral a direção de transmissão para a parede estrutural (RIZZATTI JUNIOR, 2015).

## **9 A ETAPA DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

O projeto é uma das etapas iniciais da produção predial, na qual as soluções definidas no projeto devem buscar facilitar a execução e atender aos requisitos de desempenho, qualidade e custo do produto. Medidas de racionalização devem ser tomadas no projeto para melhor aproveitamento dos recursos, qualidade do trabalho e eficiência, além da qualidade do produto. As decisões de projeto têm grande influência nos custos de construção. Devido à incerteza introduzida nesta fase, tais efeitos podem ser prejudiciais. Portanto, o autor defende a construção da injeção de conhecimento no processo de design (SANTOS, 2012).

O projeto do edifício possui uma forte interface com o sistema de produção. Ignorar essa interface durante a fase de desenvolvimento do produto pode causar muitos problemas operacionais no canteiro de obras. Um projeto de construção é um processo de resolução de problemas e, como diferentes interesses devem ser atendidos, seu escopo não pode ser determinado completamente no início (GOÉS, 2013).

Na fase de execução do serviço, o desempenho do projeto está relacionado à forma como a produção o interpreta, além do nível de comunicação do projeto. Normalmente, o processo de projeto arquitetônico apresenta uma série de ambiguidades em termos de características do produto e atividades de produção, que têm um impacto profundo na improvisação de canteiros de obras, e podem ser utilizadas para estudar decisões importantes.

No artesanato tradicional, a estrutura e a vedação são consideradas separadamente, o que não acontece na alvenaria estrutural onde a parede tem as duas funções. Esse fato torna a interação entre estrutura e vedação mais estreita do que os designs tradicionais. Desde que materiais estruturais diferenciados sejam usados, existem estruturas híbridas. Pode-se misturar alvenaria e concreto armado, aço e concreto, madeira e alvenaria, aço e alvenaria etc. Ao alterar o projeto, quaisquer componentes a serem desmontados devem ser analisados e substituídos ou reforçados se necessário (SÁNCHEZ, 2013).

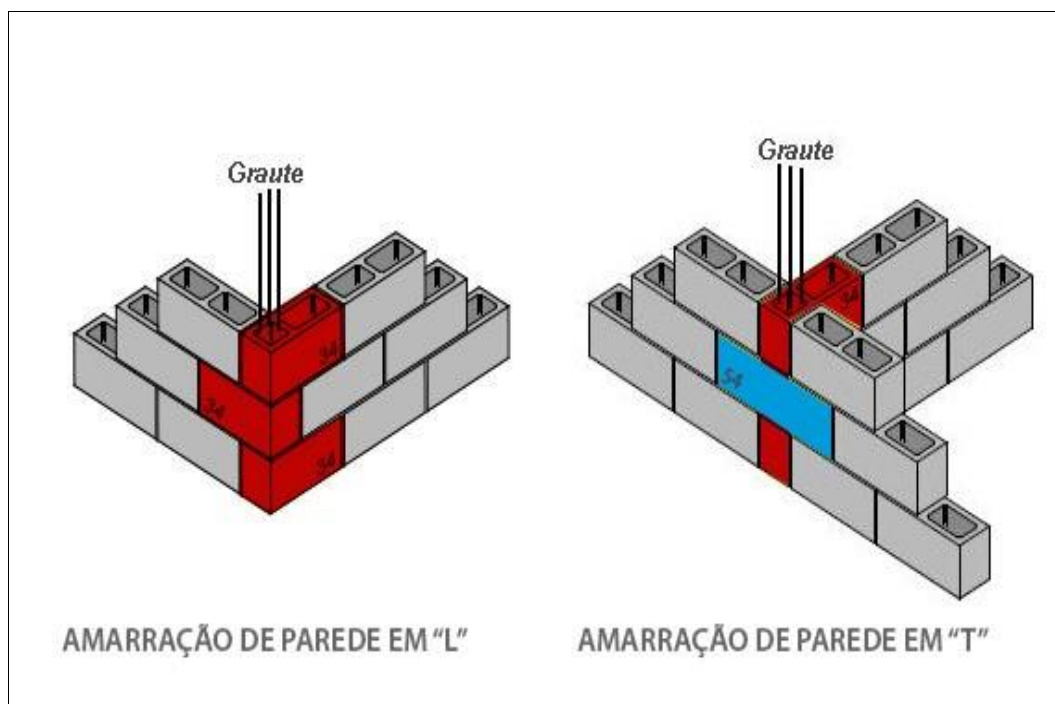
A definição da capacidade de resistência da alvenaria e a análise muito detalhada do projeto de construção para definir o carregamento com a maior precisão possível são essenciais para o bom desempenho de tais estruturas. O requisito básico para a construção de alvenaria estrutural de forma econômica e razoável é o uso de modulação modular ou coordenação. O fato da unidade básica (bloco) ter um tamanho conhecido e pequenas alterações de tamanho torna possível aplicar a tecnologia de coordenação modular (SÁNCHEZ, 2013).

Uma vez que o corte de tijolos deve ser evitado, se a dimensão da edificação não for ajustada, o enchimento gerado conduzirá inevitavelmente a trabalhos de isolamento de paredes, o que afetará adversamente a economia da obra e a racionalidade do sistema construtivo, além de prejudicar a rigidez estrutural.

Portanto, para que a estrutura de alvenaria tenha grande potencial, todas as suas dimensões (largura, comprimento e altura) devem ser ajustadas. Ao usar alvenaria estrutural, a modulação é crítica para o projeto. A alvenaria modular será projetada utilizando unidades modulares, que são definidas pelo tamanho do bloco (RESENDE, 2013).

A figura 11 demonstra duas formas de modulação da alvenaria estrutural e que precisa ser previamente definida.

**Figura 11:** Modulação em alvenaria estrutural



Fonte: Página Mais Engenharia (2020)

Quando a medição não é múltipla, a modulação será "destruída", e para compensar, é necessário usar componentes pré-fabricados especiais ou fabricados no local, chamados de componentes de compensação de modulação. É necessário ajustar a parede ao tamanho definido no projeto. A modulação pode não só garantir a racionalização da estrutura, mas também reduzir o desperdício por meio de ajustes e corte em cubos, de forma a atingir alta produtividade no processo. Além disso, está relacionado com a estabilidade do edifício, pois a

sua estrutura tem uma função de suporte e está relacionada com outros componentes (FERREIRA, 2015).

A tecnologia de projeto modular coordenado parte da premissa de que o tamanho do ambiente construído é um múltiplo inteiro da unidade básica, ou seja, metade do comprimento de todo o bloco utilizado na modulação, evitando assim a ruptura e danos do bloco. Portanto, as aberturas são reduzidas, reduzindo assim o desperdício de material, mão de obra e tempo durante a construção (FERREIRA, 2015).

Essa prática se reflete em quase todas as etapas do projeto, pois simplifica o processo de execução do mesmo, pode realizar a padronização de materiais e procedimentos de execução, simplifica o controle da produção e melhora a precisão da mesma, ao mesmo tempo que reduz a ocorrência de problemas.

Para obter as vantagens acima, a modulação do projeto nas direções horizontal e vertical deve ser considerada, e a definição da unidade modular é o ponto de partida. Ao iniciar a modulação na planta baixa, a série de blocos a ser usada e sua largura devem ser definidas previamente. Esta seleção definirá qual unidade modular será usada para lançamento na planta baixa na primeira lição. As estruturas de alvenaria e de concreto apresentam limitações técnicas e construtivas. Portanto, para comparar adequadamente o custo de um sistema com o outro, é necessário desenvolver todos os projetos de obra respeitando as características desses dois sistemas (SOARES, 2011).

Outro ponto importante é o prazo de entrega. No concreto armado, para a produção de elementos estruturais, é necessário o preparo de formas, atividade que demanda tempo e mão-de-obra especial. Na alvenaria estrutural, esta etapa construtiva não ocorre, reduzindo assim o tempo de execução. A construtora calculou que o tempo de execução aumentou cerca de 20% em relação ao concreto armado, mas também relatou outras vantagens da alvenaria estrutural sobre o concreto armado (SOARES, 2011).

O rigor construtivo é requerido para a execução da alvenaria, pois será responsável por suportar a obra da edificação, e provocar sobrecarga ao longo da sua vida útil, o que conduzirá inevitavelmente a maior alinhamento das paredes. Esse recurso tem a vantagem de economizar a quantidade de material usado para o revestimento. No concreto armado, a alvenaria tem a função básica de vedar e facilitar a divisão do cômodo. Sendo assim, mesmo que sejam necessários alinhamento e perpendiculares de qualidade, o deslocamento não representa risco estrutural. No entanto, a não uniformidade requer revestimentos mais espessos, o que significa que mais materiais de revestimento precisam ser usados (ROMAN; et al., 2012).

A construtora opta pela alvenaria com base nas condições econômicas e no tempo de execução. A alvenaria estrutural parcialmente reforçada significa que algumas paredes estruturais são compostas por alvenaria estrutural reforçada (armadura passiva com resistência à tensão), enquanto outras paredes estruturais são compostas por alvenaria estrutural não armada (contém apenas reforço para fins de construção) (FARIAS, 2013).

A unidade de bloco pode ser definida como um produto que apresenta formato paralelepípedo e é adequado para a composição de alvenaria. Por serem os componentes básicos da alvenaria estrutural, essas unidades são as principais responsáveis pelas características de resistência da estrutura.

No Brasil, as unidades mais utilizadas em edifícios de concreto armado são feitas de concreto ou cerâmica. Quanto à forma, a unidade pode ser volumosa (o índice de vazios representa até 25% da área total). As unidades podem ser divididas em blocos ou tijolos. Geralmente, os tijolos são parte integrante da fabricação industrial e seu tamanho excede o tamanho dos tijolos (SILVA, 2014).

A porta e os cílios traseiros localizam-se respectivamente em uma fileira acima da abertura e uma fileira abaixo da abertura. Evitam trincas nos cantos de portas e janelas, pois quando a carga encontra uma abertura, ela migrará para os cantos, concentrando assim as tensões nesses pontos (SOARES, 2015).

A correta colocação destes acessórios é fundamental: na porta, devem ficar na parte inferior, e no lado oposto devem estar na parte superior. A cinta é um elemento que se fixa na parede e terá duas finalidades: unir a alvenaria de forma a que se torne um único elemento, garantir maior estabilidade da estrutura e distribuir uniformemente as tensões (PESTANA; et al., 2014).

Esses elementos evitarão o aparecimento de fissuras e esmagamentos da alvenaria causados por essas cargas. A altura do tapete deve ser igual ou maior que a altura da viga apoiada no tapete. Além disso, seu comprimento deve garantir que a tensão normal seja inferior à admissível (PESTANA; et al., 2014).

Portanto, projeto significa, genericamente, construção e como análogo é um trabalho que visa a obra de um produto ou a criação de um produto exclusivo, interino, não repetitivo e que envolve um nível de indefinição na prática. Como qualquer entidade, as atividades precisam ser planejadas, programadas e, ao longo da execução, precisam ser controladas.

Constata-se que o projeto é uma entidade de singularidades, que tem uma sequência clara e coerência de etapas, com início, meio e fim, com propósito evidente e concreto, dentro de métodos predefinidos de tempo, esforço, recursos envolvidos e qualidade. Precisa ser



valorizado mais o projeto no princípio em tempo e esforço, para que seja estudado com mais tempo todas as opções viáveis do projeto, apesar de que haja um esforço maior no início, com o tempo este esforço principiante irá se modificar em lucros para o utente (CANATO, 2015).

Da ingerência entre os esboços arquitetônicos e complementares surge a urgência de compatibilizar, ou seja, estudar a forma de todos os esboços coexistirem harmonicamente na construção. Em outras palavras, compatibilizar é realizar com que todas as explicações de projeto se encaixem perfeitamente na construção.

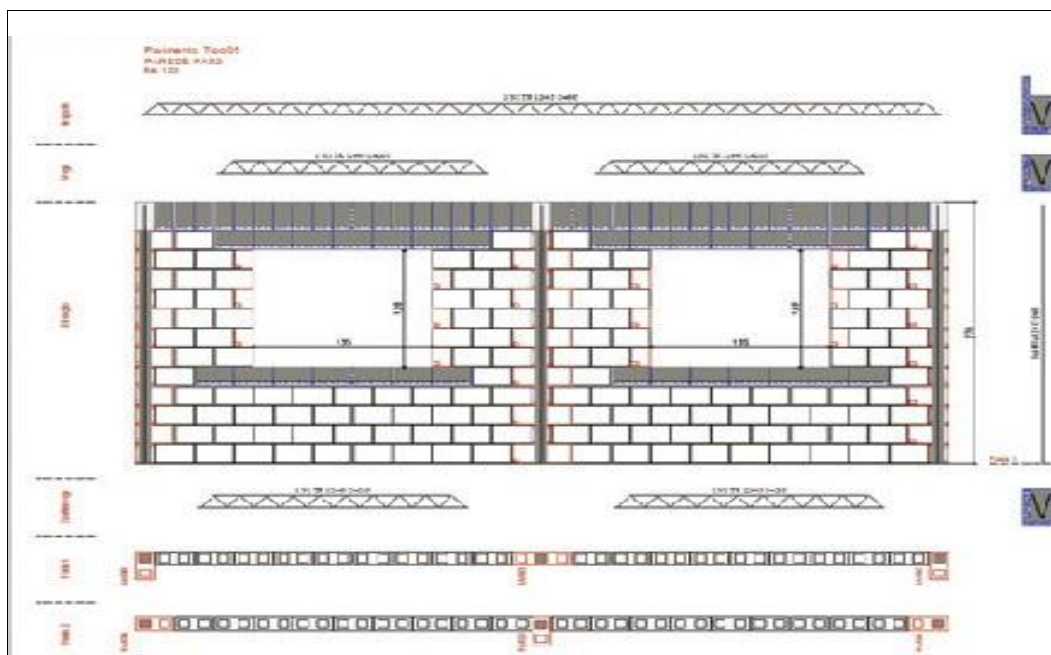
A alvenaria estrutural pelas qualidades de seu processamento de fabricação, requer a compatibilização entre todos os esboços para extinção das interferências. Na etapa de elaboração de esboços serão conferidos produtos como: ambientes, espessuras dos revestimentos, modulação dos vãos de esquadrias e, especialmente, resolvidos os conflitos com as instalações.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que se utilizam as paredes da construção para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas usados nos sistemas de tangível criado, aço ou madeira. O gerenciamento modular é a técnica que permite concatenar as atitudes de projeto com as atitudes modulares a partir de um reticulado astral modular de referência. A modulação é a base do sistêmica de gerenciamento dimensional empregada nos edifícios de alvenaria estrutural. A partir da elaboração dos primeiros apontamentos, deverá trabalhar sobre uma caracterização modular, cujas atitudes são baseadas no tipo de elemento empregado na alvenaria (CANATO, 2015).

A facilidade com que se implanta o gerenciamento modular em alvenaria estrutural é uma das principais causas que tomam o processamento benigno a implantação de atitudes de racionalização. A alvenaria estrutural possui grande virtualidade de racionalização, especialmente pelos aspectos e pela facilidade de absorvimento de um sistema de gerenciamento modular e padronização de seus processos. A alvenaria estrutural permite uma racionalização completa, a partir do ciclo de projeto até os procedimentos de obra (CANATO, 2015).

A figura 12 demonstra um exemplo de paginação de alvenaria estrutural, inclusive com vergas e contra-vergas.

**Figura 12:** Paginação em alvenaria estrutural



Fonte: Página Mais Engenharia (2020)

Alguns conceitos adotados em projeto são essenciais para a performance apropriada da alvenaria estrutural, sendo a técnica de entoar estas. As técnicas cumprem um fundamental papel no consumo da qualidade da alvenaria estrutural. Entende-se como um sistema dimensional de referência que, a começar por atitudes com base num módulo de referência predeterminado, compatibiliza e organiza tanto a aplicação lógica de técnicas construtivas, como a utilização de generalidades em projeto e mão-de-obra, sem medir modificações (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

No Brasil, a alvenaria estrutural é várias vezes simplificada, similarmente instituída de modulação. De acordo com a mesma autora, a modulação da alvenaria possui como base as dimensões das unidades da alvenaria. A modulação é um dos motivos do projeto arquitetônico em alvenaria estrutural. O módulo de referência está ligado com o bloco a ser usado na construção. Um elemento será constantemente definido por três dimensões padrões: comprimento, largura e altura. O comprimento e a largura definem o módulo horizontal (ou módulo em planta), enquanto a altura define o módulo perpendicular a ser empregado nas elevações das paredes (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Para se racionalizar o projeto, de acordo com os mesmos autores, é fundamental que o comprimento e a largura sejam iguais ou múltiplos, de forma que verdadeiramente se possa ter um único módulo em planta, simplificando a amarração das paredes. A estruturação

precisa ser estendida à maior parte dos esboços da construção. Esses precisam ser integrados entre si.

Além da valia da aplicação dos conceitos, outras recomendações técnicas similarmente são essenciais para garantir a performance apropriada da alvenaria estrutural. Por exemplo: as amarrações das paredes, as juntas de controle e de movimentação, as juntas de assentamento, as vergas e contra-vergas, as cintas de suporte, dentre outras.

## **10 PATOLOGIAS E FATORES QUE AFETAM A RESISTÊNCIA DA ALVENARIA**

Inspirada pela medicina, a engenharia civil passou a usar o termo patologia. A principal razão para usar a terminologia médica na engenharia é a semelhança dos objetos de pesquisa nos dois campos de formação de humanos e arquitetura (Geraldo; et al., 2017). A etimologia da palavra patologia lembra sua origem grega, na qual doença e logotipo são o fundamento da pesquisa. Portanto, a patologia de edifícios concentra-se no estudo das anormalidades ou problemas dos edifícios e as alterações anatômicas e funcionais causadas por essas disfunções.

A patologia inclui o campo da pesquisa em engenharia arquitetônica (a ciência de examinar as causas, mecanismos, manifestações e significado das falhas estruturais das estruturas). O autor apontou detalhadamente que essas doenças podem ser infecções congênitas, ou seja, durante a execução da obra (uso indevido de materiais e métodos construtivos), a formulação do projeto e toda a vida (FACCO, 2014).

A destruição da estrutura será equivalente, assim como a morte de um paciente. Da mesma forma, dependendo do tipo e tamanho do edifício, a destruição do mesmo causará centenas de vidas, além de perdas econômicas. Além disso, é recomendado dividir os problemas patológicos em categorias simples e complexas. A primeira categoria é caracterizada pela possibilidade de padronização. Além disso, quando as manifestações patológicas são simples, o diagnóstico e a prevenção são óbvios (VASQUES, 2014).

No entanto, para a solução de problemas patológicos complexos, os instrumentos convencionais e os programas de manutenção de rotina não devem ser utilizados, pois requerem inspeções individuais mais detalhadas. Portanto, um conhecimento aprofundado da patologia estrutural é essencial.

A patologia é uma ciência composta por teorias complexas, que podem fornecer subsídios para elucidar o mecanismo e as causas de certas manifestações patológicas. Normalmente, a estrutura de alvenaria que forma a parede é óbvia, o que é causado pela natureza do material e pelo comportamento dos componentes. O aparecimento de manifestações patológicas na alvenaria é ainda mais preocupante, pois afetará diretamente a estabilidade do imóvel. Da mesma forma, as anomalias mais comuns na alvenaria são fissuras, intemperismo e penetração de água. As fissuras são a manifestação patológica mais comum na alvenaria estrutural (ANTUNES, 2011).

A resistência da alvenaria estrutural está de modo direto relacionada com alguns elementos isolados, por exemplo, resistência das unidades e da argamassa, consistência da

corporação de argamassa, e qualidade da mão-de-obra usada, que afetam a resistência ao longo das ações, a saber:

A resistência das unidades é o essencial coeficiente responsável pela resistência da alvenaria. E aumentando-se a resistência à condensação das unidades frequentemente aumenta-se a da alvenaria. Porém, a resistência da alvenaria é constantemente menor que a resistência do elemento (SAMPAIO, 2010).

Já a resistência da argamassa depende do tipo e da porção de massa usada na combinação. Além disso, destaca que uma grande resistência à condensação da argamassa não é impreterivelmente semelhante à de melhor saída estrutural. Pode-se observar, que a resistência final da alvenaria está correlacionada com a resistência da argamassa, e a resistência do elemento usado (SAMPAIO, 2010).

A consistência da corporação da argamassa sublinha que as juntas de assentamento em amarração facilitam a redistribuição de tensões provenientes de cargas verticais ou introduzidas por deformações estruturais e movimentações hidrotérmicas. Quanto maior a altura da corporação, menor é a resistência da alvenaria. Análogo feito acontece por razão da quebra do estado tríplice de tensões da argamassa, causada pelo exagero de distância entre os blocos e com isto há um crescimento das tensões transversais de tração na argamassa (SAMPAIO, 2010), conforme figura 13.

**Figura 13:** Patologia de junção



**Fonte:** OLIVEIRA (2016)

O simples desempenho impreciso das juntas de assentamento ou o crescimento de sua consistência de 10 para 16 mm acarretam diminuição de cerca de 30% na personalidade estrutural das alvenarias. Porém, similarmente afirmam que espessuras pequenas não aumentam a resistência da alvenaria. Uma vez que, neste caso, a corporação não pode esgotar as imperfeições que ocorrem nas unidades. A mão-de-obra despreparada tende a realizar paredes fora de sensatez e desalinhadas, gerando cargas excêntricas, que reduzem a resistência da alvenaria. Um afastamento de 12 a 20 mm implica uma redução de resistência da separação entre 13 e 15% (ARAÚJO; COSTA, 2010).

Dessa forma, a construção da alvenaria estrutural necessita da aplicação de mão-de-obra qualificada para que seja adequada ao longo da construção. Isso significa selecionar e concatenar esta mão-de-obra para evitar complicações ao longo da construção e riscos após a invasão da construção.

Foi executada uma pesquisa comparativa pelo “*National Bureau of Standards*”, entre uma mão-de-obra considerada comercial e outra especializada, utilizando-se tijolos de resistência entre 20 e 28 MPa. As paredes construídas com a mão-de-obra especializada obtiveram resistências superiores às paredes construídas com a mão-de-obra comercial em redor de 60 e 80% (RIGÃO, 2012).

Complicações patológicas são usualmente localizados em alvenarias. O autor listou alguns elementos que são capazes de fomentar manifestações patológicas em alvenarias: modificações químicas, umidade, encorpadura, aplicação, flexão, recalques de consolidação, aberturas, cargas diferenciadas, cercania com árvores, deformações, volta da estrutura. Na maior parte dos casos, todos estes elementos são evidenciados em razão de fissuras (RIGÃO, 2012).

Araújo e Costa (2010) afirmam que as trincas são as complicações mais comuns que ocorrem nas alvenarias. Seus principais motivos são: carreto de condensação, recalques nas fundações, modificação de temperatura e reação química. A resistência mecânica em painéis de alvenaria várias vezes se torna negligenciada pelo simples feito e conceito de sebe. A característica de apoiar esforços se torna cada vez mais vital pelo coeficiente “defeito das estruturas”.

Conclui-se que quanto menor for a personalidade de resistência à condensação de um bloco, mais comum a autenticidade do começo de patologias nas alvenarias em um limitado espaço de tempo. Nas alvenarias, em função de sua heterogeneidade quanto e ao composto, e da diferença de comportamento entre tijolos e argamassa, são introduzidas tensões localizadas de flexão nos tijolos, podendo dessa maneira acontecer o começo de fissuras geralmente

verticais (THOMAZ, 2014). Ao ser comprimida a argamassa deforma melhor do que os tijolos, tendendo a desabar lateralmente e transmitindo tração flanco aos blocos. Estes esforços laterais de tração são responsáveis pelas fissuras verticais (ARAÚJO; COSTA, 2010).

Ao contrário que vários possam julgar, a influência da argamassa de assentamento é bem pouco significativa. As argamassas geralmente trabalham num sistema triaxial de tensões, que são consequência de um crescimento em sua personalidade de resistência à condensação.

A utilização de uma tarifa de conexão mínima cerca de 0,2% não proporciona um crescimento expressivo à resistência à condensação, no entanto análogo execução pode aumentar significativamente o comportamento do sistema quanto à sua fissuração, geralmente provocada pela excentricidade de trabalho, ocorrência de recalques diferenciados ou concentrações de tensões. Este tipo de fissura acontece bastante em alvenarias portantes mal dimensionadas ou quando o defeito da estrutura na parte superior é bem maior que na parte inferior (THOMAZ, 2014).

Embora de as trincas verticais apresentarem o caso mais figurativo, são capazes de também interessar as fissuras horizontais. Nesse caso a razão seria a ruptura por condensação dos componentes da alvenaria, da própria argamassa de assentamento ou também de pedidos de flexocompressão, conforme figura 14. Estes fatos já citados ocorrem quando há uma subdivisão constante de tensões.

**Figura 14:** Patologia de argamassa



Fonte: OLIVEIRA (2016)

No momento em que há um desempenho localizado, a ruptura dos componentes de alvenaria na região se efetua de maneira distinta. Frequentemente as fissuras se dão de maneira inclinada por meio do ponto de aplicação (THOMAZ, 2014).

Complementando essa vária, Thomaz (2014) cita também as fissuras provocadas pelas aberturas de portas e janelas. Este tipo de fissura possui como causa as concentrações que surgem nos vértices dos vazios. Pela falta de justeza nessa região, a estrutura tende a trincar. Como já foi apurado durante o trabalho, para evitar este tipo de dificuldade devem-se utilizar vergas e/ou contra-vergas.



## **11 A IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS**

Com o crescimento da competitividade entre as companhias da construção civil, estas têm sido obrigadas a produzirem mais, com custos mais baixos, para obterem uma oportunidade de ganho maior e, dessa maneira, inovarem ou criarem técnicas de trabalho que proporcionem o alcance das suas metas. Neste intuito, várias companhias optaram similarmente por acarretarem recursos que pudessem ter um controle sobre a fabricação, por meio da elaboração de um sistema de controle de qualidade, empregado em conjunto com o sistema de planejamento e controle da fabricação.

Cardoso (2010) destaca que um dos elementos que determina a concorrência de uma empresa é a influência da produtividade nos custos e prazos de uma construção. Para os supracitados autores, a produtividade oferece condições para aumentar a edificação dos serviços, por meio da racionalização da mão-de-obra, dos materiais e dos equipamentos ou, pela estrutura institucional adotada na empresa.

É fundamental o controle da fabricação, preciso para a melhor utilização do processamento vantajoso. Neste intuito, o escritor afirma que não basta idear e designar a fabricação. É necessário similarmente seguir e moderar sua performance e os resultados para se afirmar se estão ou não satisfatórios. É necessário similarmente acompanhar o nível de eficiência para realizar as correções e ajustes importantes dentro do menor tempo possível. Quanto melhores os controles, mais prontidão e flexibilidade o processamento terá. Além do planejamento, precisa ocorrer controle para que a fabricação seja adequada (PARSEKIAN e SOARES, 2014).

Com o crescimento da produtividade, os custos de fabricação, ou serviços prestados, diminuem. Isso ocorre visto que, com uma maior fabricação, cada elemento de produto, ou serviço efetivado, terá um uso bem menor na porção de insumos, o que influencia de modo direto nos custos e, de modo consequente, as companhias poderão coactar mais em seu desenvolvimento e, dessa maneira, se tornarem competitivas.

A valia da produtividade na construção civil é ressaltada pelos autores, sendo destacada como crucial para o sucesso das companhias deste setor e representando um artigo fundamental no composto dos custos nas obras de construção. O entendimento da produtividade da mão-de-obra e o conhecimento das causas que a fazem melhor, ou pior, tornam-se ferramentas indispensáveis para abraçar as decisões dos gestores (PARSEKIAN e SOARES, 2014).

A medição da performance de uma empresa é necessária para a gestão de qualidade, uma vez que, por meio dela, são capazes de ser levantados dados que vão deixar aos gerentes uma melhor alternativa no momento de determinar qualquer decisão para aumentar a produtividade do trabalho. Esse escritor similarmente cita que a medição do trabalho visa à melhora do processamento, na qual, quanto maior for à satisfação dos clientes, maior será a qualidade dos serviços prestados e, em resultado, maior será a produtividade.

## **12 ALVENARIA ESTRUTURAL NO CONTEXTO DO MEIO AMBIENTE**

Segundo Sanches (2013, p.114) setor de construção civil é um dos maiores setores de atividades para o desenvolvimento econômico e social, que geram maior impacto sobre o meio ambiente. Apresenta-se como “grande causa de impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais, como pela modificação da paisagem e geração de resíduos”.

A indústria da construção civil, torna-se responsável por uma quantidade considerável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), depositados de forma errada, criando locais de depósitos irregulares (Karpinski, 2012). Conforme Tail e Nese (2012), uma das ações mais importantes da busca pela sustentabilidade na construção industrial envolve a redução de perdas de materiais, visto que a construção civil tem indicado um alto nível de desperdícios e de geração de resíduos.

Neste contexto, a sustentabilidade em obras de construção de alvenaria estrutural visa desde a utilização correta de materiais e economia até a escolha do tipo de materiais os quais não interferem no meio ambiente. Dessa forma, uma obra sustentável condiz com o seu tempo de vida e, dessa forma pode ser aplicada a partir da escolha e utilização de seus materiais, forma de instalação, disposição e, até pela reutilização dos materiais no término da vida da edificação (MOHAMAD, 2017).

As atividades relacionadas à construção civil geram significativos índices de resíduos, isto se deve aos significativos índices de perdas durante o processo construtivo e a falta de uma cultura de reutilização e reciclagem no país e, especificamente na construção civil, possibilitando assim o reaproveitamento desse material no processo produtivo. Especificamente no sistema construtivo de alvenaria estrutural, podem-se conseguir índices mais reduzidos de desperdícios em decorrência de ser um sistema mais racionalizado (SANTOS, 2012).

Alvenaria é uma estrutura formada por pedra natural ou artificial que só pode suportar forças de compressão, e o arranjo deve ser tal que a superfície da junta seja perpendicular à força principal. Neste contexto, as empresas do setor de construção em alvenaria estrutural têm buscado, constantemente atuar dentro do conceito sustentável, seja diante das questões ambientais, de preservação, reciclagem, responsabilidade social ou política interna (MICHELON, 2016).

### **13 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Analisando todos os objetivos específicos propostos no decorrer desse estudo, pode-se concluir que no processo de reflexão e informação relacionada a alvenaria estrutural, juntamente com os desafios esperados, foram superados com sucesso, e a compreensão do conteúdo a ser fundido se mostra de forma mais ampla, com todas as restrições básicas dispostas claramente.

A determinação das reivindicações sobre alvenaria estrutural fornece uma definição maior das características de cada referencial bibliográfico acerca de sua importância na otimização de processos construtivos. Complementando o panorama apresentado, obtendo assim uma compreensão mais abrangente das questões de pesquisa contidas na introdução.

O resultado é um trabalho mais econômico e que reduz custos.

Por se tratar de um método construtivo muito antigo e que perpetua até os dias atuais e utilizando da evolução dos processos construtivos já adquiridos, é possível afirmar que alvenaria estrutural é uma técnica que deve ser no mínimo avaliada e pensada a cada novo projeto.

Se o meio ambiente clama por obras menos poluidoras, se as pessoas procuram reduzir custos de suas construções, ter uma opção que tenha possibilidade de trazer esses benefícios é um privilégio.

Conclui-se, portanto, que o método de alvenaria estrutural é um método construtivo muito ágil, limpo e rentável, quando está totalmente integrado e corretamente utilizado entre as partes interessadas, e sob a premissa de observar suas restrições.

## REFERÊNCIAS

ACCETTI, K. M., 1998, **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria. Dissertação** de M.Sc., Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

AECweb: **Planejamento e o orçamento**. 2020. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/planejamento-e-controle-do-gerente-de-projetos-garantem-o-sucesso-da-obra/15852>> Acesso em: 28 setembro 2021

AMIGO CONSTRUTOR: **Alvenaria estrutural acabada**. 2020<sub>b</sub>. Disponível em: <<https://www.amigoconstrutor.com.br/saiba-tudo-sobre-alvenaria-estrutural>> Acesso em: 29 setembro 2021

AMIGO CONSTRUTOR: **Prédios em Alvenaria Estrutural**. 2020. Disponível em: <<https://www.amigoconstrutor.com.br/saiba-tudo-sobre-alvenaria-estrutural>> Acesso em: 29 setembro 2021

AMIGO CONSTRUTOR: **Prédios em Alvenaria Estrutural**. 2020<sub>a</sub>. Disponível em: <<https://www.amigoconstrutor.com.br/saiba-tudo-sobre-alvenaria-estrutural>> Acesso em: 29 setembro 2021

ANTUNES, E.G.P. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ARAÚJO, J.; COSTA, P. **Alvenaria estrutural e suas anomalias**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2UM5a3V>. Acesso em: 29 mai. 2021.

BARISON, S. **O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

BAYERLEIN, R. **Diretrizes para elaboração de projeto para produção de vedações verticais de alvenaria para diferentes perfis de empresas construtoras**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

BRANDSTETTER, M.C.G.O.; SANTOS, F.C.; CARASEK, H. **Avaliação das melhorias obtidas por meio da implantação do projeto de alvenaria de vedação**. Porto Alegre: Ambiente Construído, 2013.

BRUINSMA, F.T. **Avaliação dos parâmetros de execução de espessuras de argamassa de assentamento e desaprumo em obras de alvenaria estrutural**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

CANATO, R.L. **Considerações para o controle tecnológico de obras em alvenaria estrutural**. São Carlos: Universidade Federal de São Paulo, 2015.

CARDOSO, B.F.S. **Produtividade no serviço de alvenaria estrutural: estudo de caso**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2010.

CHING, F.D.K. **Técnicas de construção ilustradas**. Porto Alegre, 2016.

DUARTE, R.B. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria armada estrutural**. Porto Alegre: Anicer, 2012.

ESCOLA ENGENHARIA: **Execução de Alvenaria Estrutural**. 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>> Acesso em: 28 setembro 2021

FACCO, I.R. **Sistemas construtivos industrializados para uso e habitações de interesse social**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

FARIA, M.S. **Materiais componentes**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

FARIAS, J.L. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo light steel framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FERREIRA, S.T. **Novo modelo de projeto de produção para execução de edificações em alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO: **Estrutura mais leve**. 2020. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=2220>> Acesso em: 28 setembro 2021

FRANÇA, R.G.R. **Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto**. Anápolis: Centro Universitário de Anápolis, 2019.

GERALDO, B.J.; et al. **Comparativo de custo entre alvenaria estrutural e estrutura convencional de concreto em edifícios de habitações populares**. Goiânia: Revista Especialize, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GOÉS, B.P. **Paredes de concreto moldadas in loco, estudo do sistema adotado em habitações populares**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

GOMES, C.E.M.; et al. **Light steel frame**: construção industrializada a seco para habitação popular. Curitiba: Encontro Latino-Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2013.

GOMIDE, T.L.F. **Engenharia legal novos estudos**. São Paulo: Editora Leud, 2011.

GUIMARÃES, A.H. **Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de Florianópolis**. Florianópolis: Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

HELENA JÚNIOR, F. **Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. São Paulo: Universidade São Judas Tadeu, 2012.

KLEIN, R.G.; MARONEZI, V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e o sistema *light steel frame* para construção de conjuntos habitacionais**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Petrópolis, Vozes, 2009.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2017.

LORDSLEEM, J.R.C. **Melhores práticas: alvenaria de vedação com blocos de concreto**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012.

MAIS ENGENHARIA: **Modulação em alvenaria estrutural**. 2020. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/alvenaria-como-sistema-estrutural-estagios/>> Acesso em: 29 setembro 2021

MAIS ENGENHARIA: **Paginação em alvenaria estrutural**. 2020. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/alvenaria-como-sistema-estrutural-estagios/>> Acesso em: 29 setembro 2021

MANNESCHI, K. **Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

MAPA DA OBRA: **Materiais para alvenaria estrutural**. 2018. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/construir-parede-de-alvenaria/>> Acesso em: 28 setembro 2021

MATTOS, P.H.G. **Atual situação patológica dos empreendimentos habitacionais de interesse social metas 6 e 7 da cidade de Palmas - TO**. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2018.

MENDONÇA, E.C.G. **Emprego dos custos unitários de projetos padrões na avaliação de imóveis: comparativo entre o CUB e o SINAPI**. Goiás: Revista Especialize, 2012.

MICHELON, D. **Alvenaria estrutural: recuperação e reforço de edificação residencial**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

MOHAMAD, G. **Alvenaria estrutural: construindo o conhecimento**. São Paulo: Blucher, 2017.

MOHAMAD, GIHAD. **Aspectos históricos**. 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/280254036\\_Alvenaria\\_Estrutural\\_-\\_Construindo\\_o\\_conhecimento](https://www.researchgate.net/publication/280254036_Alvenaria_Estrutural_-_Construindo_o_conhecimento)> Acesso em: 28 setembro 2021

MONADNOCK: **Monadnock**. 2021 disponível em: <<http://www.monadnockbuilding.com/the-building.html>> acesso em: 12 setembro 2021.

MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, F.D. **Principais Patologias em Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Monografia. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2016.

PÁGINA BRASIL ENGENHARIA: **Alvenaria em Blocos de Concreto**. 2016. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/16965-alvenaria-estrutural-com-blocos-de-concreto-novidades-serao-apresentadas-em-sp-durante-o-concreto-congresso-2016>> Acesso em: 20 setembro 2021

PARSEKIAN, G.A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Carlos: Universidade Federal de São Paulo, 2012.

PARSEKIAN, G.A.; SOARES, M.M. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2014.

PEDROSO, A.P.; et al. **Steel frame na construção civil**. Cascavel: 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014.

PELACANI, Valmir Luiz. **Responsabilidade na construção civil**. Curitiba: CREAPR, 2010.

PESTANA, E.H.A.; et al. **A alvenaria estrutural e seu desenvolvimento histórico: materiais e sistemas estruturais**. São Luís: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, 2014.

PILOTTO, G. A.; VALLE, R. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 2011.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C.A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Curitiba: Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 2013.

RAMALHO, M.A.; CORREA, M.R.S. **Projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora PINI, 2011.

REBOREDO, A.R. **Dimensionamento de um edifício em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RIBEIRO, G.F. **Estudo comparativo do uso da alvenaria convencional e alvenaria com coordenação modular**: Angicos: Universidade Federal Rural do Semiárido, 2013.

RIGÃO, A.O. **Comportamento de pequenas paredes de alvenaria estrutural frente a altas temperaturas**. São Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

RITTO, C. **Operários confirmam derrubada de paredes estruturais do Edifício Liberdade**. Rio de Janeiro: Veja, 2012.

RIZZATTI JUNIOR, E. **Modulação, paginação e cálculo de um edifício em alvenaria estrutural**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

RODRIGUES, M.L. **Ganhos na construção com a adoção da alvenaria com blocos cerâmicos modulares**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.



ROMAN, H.R.; et al. **Curso de análise de alvenaria estrutural**. Florianópolis: Universidade Corporativa Caixa, 2012.

ROMAN, H.R.; MUTTI, C.N.; ARAÚJO, H.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Educs, 2011.

ROSEMANN, F. **Resistência ao fogo de paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos pelo critério de isolamento térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

SAMPAIO, M.B. **Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural**. Universidade de São Paulo, 2010.

SÁNCHEZ, E. **Nova normalização brasileira para a alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

SANTOS, A. de P. L.; JUNGLES, A. E. **Como gerenciar as compras de materiais na construção civil**. Pini, nov. 2008. 116p.

SANTOS, A.L.B. **Detalhe construtivo em empresas que edificam em alvenaria estrutural**. São Paulo: PECE, 2012.

SILVA, C.O. **Manual de desempenho**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto, 2014.

SILVA, I.T.S. **Identificação dos fatores que provocam eflorescência nas construções em Angicos/RN**. Angicos: Universidade Federal Rural do Semiárido, 2011.

SILVA, L.B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

SOARES, E.T.C. **Estudo comparativo entre estruturas de alvenaria estrutural e concreto armado**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.

SOARES, G.A.A. **A utilização das alvenarias de vedação de tijolo cerâmico e painéis de vedação de concreto moldado in loco nas habitações de interesse social na cidade de João Pessoa**. João Pessoa: Revista Online Especialize, 2015.

SOARES, S.M.B. **Alvenaria estrutural**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2011.

TAIL, C.A.; NESE; F.J.M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora PINI, 2012.

TAMAKI, L. **Prédio que caiu no Rio de Janeiro teve paredes estruturais derrubadas**. São Paulo: Pini Web, 2012.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Epusp, 2014.

THOMAZ, E.; DEL MAR, C.P. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Brasília: Câmara Brasileira de Indústria da Construção, 2013.

VENDRUSCULO, Y. L. **Projeto e dimensionamento de um edifício em alvenaria estrutural**. Santa Maria: UFSM, 2017.

VITTORINO, F. **Edificações habitacionais: desempenho**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2017.