

ALVENARIA ESTRUTURAL COMO SISTEMA CONSTRUTIVO

Heliandro de Souza Avelino

Amaury da Motta Figueira

Giuliano Cunha Coutinho

Renata Jogaib Manier.

RESUMO

O presente estudo versa sobre o sistema construtivo na atualidade. A construção civil tem apresentado ao longo dos tempos novas formas para a sua execução, e dentro desta vertente pode-se destacar os tipos de alvenaria. O objetivo central deste estudo encontra-se pautado em discorrer sobre o sistema construtivo com foco na alvenaria estrutural. A metodologia presente neste estudo se traduz em pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo. Justifica-se esta construção devido ao tema ser atual e pertinente no cenário da formação de engenheiro civil. Concluiu-se que a alvenaria estrutural é compreendida como uma modalidade que é amplamente utilizada em construções com layout repetitivo, fato que vem sendo modificado aos poucos com o passar do tempo.

Palavras chave: Construção civil; Alvenaria estrutural; Sistema construtivo..

INTRODUÇÃO

A construção civil tem apresentado ao longo dos tempos diversos avanços na sua prática, principalmente no material utilizado. Neste contexto, o sistema construtivo se configura como o processo e a técnica de produção a ser empregada.

Observa-se que a alvenaria estrutural é compreendida como uma modalidade que é amplamente utilizada em construções com layout repetitivo, fato que vem sendo modificado aos poucos com o passar do tempo, onde novas aplicações estão sendo usadas, deixando no passado a especificidade de somente utilizar este tipo de alvenaria para construções de layout repetitivo.

Discorrer sobre a alvenaria estrutural se traduz como uma temática convidativa, tendo em vista que este tipo de alvenaria vem superando expectativas e sendo cada vez mais utilizadas, principalmente devido a sua economicidade no processo da obra. Ou seja, o que era destaque em obras voltadas para programas

de governo como o Minha Casa Minha Vida, hoje é utilizado em construções para prédios residenciais de classe média.

A alvenaria estrutural tem se destacado na atualidade, e encontra-se ampliando cada vez mais a sua utilização. Nesta direção a discussão se configura enquanto pertinente e, principalmente, se configura como fundamental para o cenário da engenharia civil.

O objetivo central deste estudo encontra-se pautado em discorrer sobre o sistema construtivo com foco na alvenaria estrutural. Como objetivos específicos busca-se analisar os tipos de alvenaria; discorrer sobre o sistema construtivo; analisar a relação da construção civil com a alvenaria estrutural no tocante aos edifícios com repetição de layout.

A metodologia presente neste estudo se traduz em pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo. Justifica-se esta construção devido ao tema ser atual e pertinente no cenário da formação de engenheiro civil.

O trabalho encontra-se dividido em três capítulos, onde o primeiro versa diretamente sobre o sistema construtivo, trazendo seu conceito de maneira ampla, assim como, contempla também a definição de alvenaria e seus tipos.

Já o segundo capítulo versa de forma específica sobre a alvenaria estrutural no Brasil e seus componentes, trazendo ao texto uma discussão acerca dos blocos utilizados neste sistema.

O terceiro e último capítulo aborda a temática da construção civil e sua relação com a alvenaria estrutural, onde busca-se fazer um recorte acerca dos edifícios com repetição de layout.

Cabe acrescentar que o tema não se esgota, o que deixa o indicativo para a sequência de novos estudos em momento distinto.

1. SISTEMA CONSTRUTIVO E A ALVENARIA

Este capítulo irá tratar sobre o sistema construtivo, fazendo uma breve análise sobre como este influencia na dinâmica da construção civil. O texto também apresentará o conceito desta temática, tendo como objetivo central proporcionar um melhor entendimento sobre o sistema construtivo. Para além, será abordado também a alvenaria e seus desdobramentos.

1.1 CONCEITUANDO SISTEMA CONSTRUTIVO

De acordo com Sacomano et al. (2004, p. 67) o sistema construtivo determina o processo e a técnica de produção a ser empregada. Taiul e Nesse (2010) entendem que o sistema construtivo se traduz como “o conjunto de elementos conectados entre si de modo a formar uma única edificação com o objetivo de atingir uma finalidade específica.”

Nesta perspectiva, pode-se acrescentar que a escolha do sistema construtivo determina também a especificidade e habilidade da mão-de-obra, ou seja, dos pedreiros e serventes que estarão disponíveis para a obra.

Para além, vale ainda pontuar que a identificação do sistema construtivo a ser empregado pode ser classificada segundo o seu processo de produção. Ou seja,

Sendo assim, destaca-se que a classificação por processos construtivos identifica o componente ou material de acordo com o seu estágio tecnológico e torna possível estabelecer uma relação com o processo de produção.

O sistema construtivo, a partir da colocação de Camacho (2006, p.1) é compreendido com “um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo.”

Ainda buscando apresentar, com base na visão de autores diversos, como se traduz o sistema construtivo, cabe trazer ao texto a explicação dada por Sabbatini (1989, *apud* Dellatore, 2014, p.19):

Sistema construtivo: é um processo construtivo de elevadas etapas de organização e sistematização, constituído por um conjunto de elementos e componentes integrados pelo processo. Um sistema construtivo é um processo muito bem estabelecido.

Ainda dentro desta temática, Taiul e Nesse (2010, p.59) evidenciam que “É possível pensar no sistema construtivo antes mesmo da escolha do terreno. A finalidade a que se destina a edificação, aliada a informações claras, comunicações e registros é fator de sucesso para essa escolha e um bom resultado futuro.”

Assim, cada passo em direção à solução do sistema construtivo deve abranger criatividade e alternativas, visando o melhor resultado para a tipologia da edificação. Tauil e Nesse (2010, p.59)

O sistema construtivo, que caracterizará o edifício, é o ponto de partida para a definição de vários outros aspectos técnicos como o sistema estrutural, os materiais e os métodos de execução a serem empregados.

Diversos são os tipos de sistemas construtivos, sendo:

- Alvenaria comum;
- Alvenaria estrutural;
- Tijolo ecológico;
- Light steel framing;
- Paredes de concreto moldadas in loco;
- Construção com Container.

Nesta direção, pode-se apontar que a cultura brasileira baseia-se na construção em alvenaria tradicional, utilizada pela maioria da população.

Deve-se observar que cada tipo de sistema construtivo apresenta vantagens e desvantagens.

Cada um destes sistemas construtivos tem seus pontos fortes e fracos, e cabe ao profissional responsável pela obra avaliar qual o tipo de sistema construtivo será mais bem aproveitado, tendo como base os requisitos necessários para a execução da obra. Assim, podem ser destacados os aspectos visuais, estruturais e, diante do momento enfrentado no país que se configura a partir de um quadro de crise econômica, o requisito econômico passa a ter maior evidência, mesmo diante da localidade da construção evitar gastos se tornou agregador de valor.

Dentro deste tocante, cabe evidenciar que:

Existem diversos tipos de propostas e sistemas construtivos no país reconhecendo que a indústria da construção civil está em constante aprimoramento, o foco e comparativo deste trabalho são os sistemas construtivos em alvenaria estrutural que é um sistema racional e acata a redução de custos e em concreto armado que é um sistema construtivo convencional vastamente utilizado no Brasil (SABATTINI, 1989, *apud* DELLATORE, 2014, p.20).

De acordo com Gomes e Lacerda (2014, p.167)

Diante da elevada quantidade de recursos consumidos e resíduos gerados pela indústria da construção civil, identificou-se a necessidade de buscar sistemas construtivos que levem em consideração os três aspectos do desenvolvimento sustentável – econômico, social e ambiental – de forma equilibrada.

Segundo Mateus (2004), novos sistemas construtivos surgiram para estimular a competitividade no setor da construção civil, com o propósito de aumentar o nível de qualidade dos projetos, otimizar a produtividade e reduzir o período de construção, permitindo, assim, maior rapidez no retorno dos investimentos sem alterar o custo da edificação.

A indústria da construção brasileira tem sido caracterizada por processos predominantemente artesanais, pouco produtivos e de grande desperdício, com as seguintes características (COLOMBO e BAZZO, 2001):

- Caráter não homogêneo e não seriado de produção devido à singularidade do produto feito sob encomenda;
- Dependência de fatores climáticos no processo construtivo com períodos de construção relativamente longo;
- A divisão das responsabilidades entre várias empresas em que o processo de subcontratação é comum;
- Significativa rotatividade da força de trabalho;
- O caráter semi-artesanal (manufatureiro) do processo construtivo.

1.2 ASPECTOS HISTÓRICO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Para compreender de forma mais ampliada o sistema construtivo, cabe trazer ao texto, mesmo que de forma breve, aspectos históricos acerca deste sistema.

Cabe assim citar que com a utilização de blocos de diversos materiais, como argila, pedra e outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos ou mesmo milênios e chegando até nossos dias como verdadeiros monumentos de grande importância histórica. Outras edificações não tem grande importância histórica geral, mas dentro do sistema construtivo estudado, acabaram se tornando marcos a serem mencionados (NONATO, 2013).

1.2.1 Pirâmides de Guizé

De acordo com os ensinamentos de Nonato (2013) são três pirâmides, Quéfren, Queóps e Miquerinos, construídas em blocos de pedras que datam de aproximadamente 2600 anos a.C. A Grande Pirâmide, túmulo do faraó Queóps,

mede 147 m de altura e sua base é um quadrado de 230 m de lado. Em sua construção foram utilizados aproximadamente 2,3 milhões de blocos, com peso médio de 25 kN. Do ponto de vista estrutural, as pirâmides não apresentavam nenhuma grande inovação, pois foram construídas com a colocação de blocos, uns sobre os outros

1.2.2 Farol de Alexandria

Construído em uma das ilhas em frente ao porto de Alexandria, Faros, aproximadamente 280 a.C, é o mais famoso e antigo farol de orientação. Construído em mármore branco, com 134 m de altura. Do ponto de vista estrutural tratava-se de uma obra marcante, com altura equivalente a um prédio com 45 pavimentos (NONATO, 2013).

1.2.3 Coliseu

Ainda com base nos ensinamentos de Nonato (2013) destaca-se ser o Coliseu o anfiteatro, com capacidade para 50.000 pessoas, é um maravilhoso exemplo da arquitetura romana, com mais de 500 m de diâmetro e 50 m de altura. Construído em meados do ano 70 d.C, possuía 80 portais, propiciando grande rapidez na entrada e saída dos espectadores. Do ponto de vista estrutural, os teatros romanos, ao contrário dos teatros gregos que se aproveitavam de desníveis naturais de terrenos apropriados, eram suportados por pórticos formados por pilares e arcos, essa característica propiciava maior liberdade de localização.

1.2.4 Catedral de Reims

Com base em Nonato (2013) destaca-se que a Catedral de Reims é um exemplo de catedral gótica. Construída entre 1211 e 1300 d.C. demonstra a aprimorada técnica de se conseguir vãos relativamente grandes utilizando-se apenas estruturas comprimidas. As catedrais góticas em geral, e a catedral Reims em particular, podem ser citadas como os grandes exemplos de estruturas de alvenaria com interiores que conferem sensação de amplitude e grandeza. As técnicas construtivas que foram sendo refinadas ao longo de séculos acabaram produzindo resultados satisfatórios.

1.2.5 Edifício Monadnock

Este edifício é um marco importante na história das construções em alvenaria, foi construído em 1950, na Basileia, Suíça. A construção possui 13 pavimentos e 42 m de altura, executada em alvenaria estrutural não armada. A espessura das paredes internas é de 15 cm e 37,5 cm para paredes externas. Do ponto de vista estrutural e sabendo-se que as paredes internas é que recebem a maior parte das cargas da 21 edificação, mostra que o dimensionamento deve ter sido realizado com base em procedimentos muito semelhantes aos usados atualmente (NONATO, 2013).

Após apresentar diversas construções que se encaixam no sistema construtivo e demonstrar seus aspectos relativos a alvenaria, cabe trazer ao texto uma discussão voltada diretamente para a temática da alvenaria e seus desdobramentos.

1.3 ALVENARIA – CONCEITO

Para que seja possível discorrer sobre a alvenaria estrutural, torna-se pertinente, inicialmente, apresentar o que é a alvenaria, e neste sentido pode-se descrever que:

Chamamos de alvenaria o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso. Esse conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir a cargas oriundas da gravidade, promover segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes (TAUIL e NESE, 2010, p.55).

Tozzi et al. (2009, p.87) afirmam que a “alvenaria como o processo construtivo de pedras, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por meio de argamassa e capaz de oferecer condições de resistência, durabilidade e impermeabilidade.” Na visão de Gomes e Lacerda (2014, p.172) pode-se compreender que:

A alvenaria é uma forma tradicional de construção usada há milhares de anos e, com o passar do tempo, obteve avanços nos materiais e componentes utilizados. É o sistema construtivo convencional mais usual para a construção de habitações de interesse social, sendo formado por um conjunto de unidades, tais como tijolos cerâmicos ou de concreto (geralmente de seis e oito furos) e, geralmente, argamassa, que possui propriedades mecânicas intrínsecas capazes de constituir elementos

estruturais. Culturalmente, existe a aceitação que a alvenaria tem maior durabilidade.

A escolha da unidade de alvenaria a ser construída deve ser feita buscando atendimento às exigências pré-estabelecidas, onde estas podem ser observadas como:

- A natureza do material;
- Seu próprio peso;
- Dimensão e formas;
- Disposição dos furos;
- Textura;
- Propriedades físicas (porosidade, capilaridade, propriedades térmicas, propriedades acústicas, etc.);
- Propriedades mecânicas (resistências, módulos de elasticidade, tenacidade, etc.);
- Durabilidade de acordo com a função que irão desempenhar, resistência à ação de agentes agressivos, etc.).

Ainda na busca de apresentar sobre as questões relacionadas a alvenaria para melhor compreendê-la, pode-se trazer ao texto a informação de que esta se classifica em dois grupos, sendo: alvenaria estrutural e alvenaria de vedação. Indo além, acrescenta-se ainda que quando “a alvenaria estrutural tem a função de suportar as cargas dos elementos estruturais que compõem um edifício (lajes, cobertura, caixa d’água), estas são chamadas de alvenaria estrutural” (TOZZI et al., 2009, p.87).

Destaca-se que a principal função da alvenaria é a separação entre ambientes com blocos de vedação (isolamento térmico e acústico, resistência a infiltrações de água pluvial, controle da migração de vapor de água, a boa estanqueidade de água, regulação da condensação) (GOMES e LACERDA, 2014). As alvenarias podem ser observadas como: não armadas, armadas e protendidas e parcialmente armadas. Sendo assim, cabe apresentar cada uma destas:

- **Alvenaria Estrutural Armada:** é o processo construtivo em que, por necessidade estrutural, os elementos resistentes (estruturais) possuem uma

armadura passiva de aço. Essas armaduras são dispostas nas cavidades dos blocos que são posteriormente preenchidas com micro-concreto (Graute);

- **Alvenaria Estrutural Não Armada:** é o processo construtivo em que nos elementos estruturais existem somente armaduras com finalidades construtivas, de modo a prevenir problemas patológicos (fissuras, concentração de tensões, etc.);
- **Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada:** é o processo construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados.
- **Alvenaria Estrutural Protendida:** É o processo construtivo em que existe uma armadura ativa de aço contida no elemento resistente. Esse tipo de armadura resiste bem a compressão (TOZZI et al., 2009).

De acordo com Sacomano et al.(2004, p.164):

A alvenaria estrutural: racionalização do sistema construtivo, a partir do projeto, modulação e produção dos blocos, uso de ferramentas, equipamentos, elementos fabricados especialmente; sistema de marcação baseado na definição de eixos únicos de referência planimétricas. Tais eixos são delineados no pavimento térreo com marco fixos. Posteriormente, à medida que as lajes são concretadas os eixos são transferidos com o uso de prumos de centro. A marcação dos eixos nos diversos pavimentos é feita em armações de ferro fixadas nas lajes quando da concretagem da mesma. Os projetos são apresentados com as distâncias das paredes aos eixos, o que facilita a marcação e sua posterior conferência. Tal procedimento é denominado como sistema de “goleiras”.

Destaca-se que alvenaria estrutural é um sistema em que as paredes são feitas por blocos de concreto que, além de vedar a casa, formam a estrutura da construção e suportam a carga do peso das próprias paredes, da laje, da cobertura e da ocupação (pessoas, móveis, objetos da casa). Cabe evidenciar, com base ainda nos ensinamentos de Tozzi et al. (2009, p.88) que a alvenaria estrutural deve satisfazer as seguintes condições:

- Ser isolante térmico;
- Ser isolante acústico;
- Resistir a impactos;
- Não ser combustível;
- Ser resistente.

Ou seja, “a alvenaria estrutural é o processo construtivo que se caracteriza pelo uso de paredes como a principal estrutura de suporte da edificação, sendo

dimensionada através do Cálculo Estrutural” (TOZZI et al., 2009, 88). De acordo com Pastro (2007, p.22)

Alvenaria estrutural é um assunto muito amplo, pois qualquer objeto que for usado com argamassa de assentamento, fazendo a ligação entre mais peças seja qual for o material e formando uma estrutura prismática, pode-se dizer que é uma alvenaria estrutural.

De maneira geral, cabe dizer com base nos ensinamentos de Hoffmann et al. (2012, p. 2) que:

A alvenaria pode ser considerada como o mais antigo sistema de construção utilizado pelo homem. Ao analisar o histórico deste sistema, é possível constatar que sua utilização iniciou na antiguidade, tendo sua aplicação em habitações, monumentos e templos religiosos. Porém, a concepção era baseada no conhecimento empírico e intuitivo que possuíam do sistema.

Compreender os tipos de alvenaria é essencial para a escolha de qual tipo será utilizada na construção da obra. Neste tocante, cabe apontar que a seguir será apresentado de forma mais específica a alvenaria estrutural.

2. ALVENARIA ESTRUTURAL

Este capítulo busca discorrer sobre a alvenaria estrutural e seus desdobramentos no cenário da construção civil. Para tanto, será apresentado o conceito de alvenaria, para que posteriormente seja trazido de forma específica e ampliada tanto a sua história sobre o seu surgimento no Brasil, assim como o texto dará ênfase aos componentes deste sistema.

Inicialmente, torna-se pertinente sinalizar que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional que vem sendo utilizado desde o início da atividade humana para construir estruturas para os mais variados fins. Através da utilização de blocos de diversos tipos de materiais.

1.2 ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL

Para que seja possível compreender a alvenaria estrutural no Brasil, deve-se inicialmente recorrer a Ramalho e Corrêa (2003), tendo em vista que tais autores discutem de forma ampliada a sobre a temática dos edifícios de alvenaria estrutural. E nesta direção, estes afirmam que no Brasil, a alvenaria estrutural já era utilizada desde o início do século XVII. Contudo, registram também que o uso de blocos estruturais, como parte de um processo construtivo voltado para a obtenção de

edifícios mais econômicos e racionais, demorou muitos anos para encontrar seu espaço.

Hoffmann et al. (2012, p.2) acrescenta que “no Brasil entre 1920 e 1960 não se construiu em alvenaria estrutural, em função do surgimento das estruturas de aço e concreto armado.”

Assim, de maneira geral, é possível entender que no Brasil a alvenaria de vedação era o sistema mais utilizado, entretanto, com a instalação da indústria de cimento Portland no Brasil passou-se a utilizar em larga escala o uso das estruturas em concreto armado, construindo-se prédios de grande altura, como o Edifício Martinelli, em São Paulo, com 30 andares.

Com a chegada da década de 1960, passou a ser introduzido no país o que é denominado de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Entretanto, pode-se evidenciar que este procedimento era usado em prédios de até 4 pavimentos, com tecnologia e procedimentos baseados em normas americanas.

Complementando as informações acerca da inserção da alvenaria estrutural no Brasil, novamente deve-se atentar as colocações de Hoffmann et al. (2012), quando estes autores sinalizam que:

No decorrer dos anos 70 foram construídos edifícios com 12 e 13 pavimentos, com a utilização de blocos de silício-calcário. A alvenaria utilizada era a não armada. Durante os anos 80 a alvenaria estrutural foi empregada na construção de conjuntos habitacionais, passando a ter reconhecimento por sua eficiência e racionalização. A técnica não era dominada totalmente, o que resultou em patologias nas construções, passando a ser rotulada como processo para a população de baixa renda (HOFFMANN et al., 2012, p.2).

A partir da sua entrada no mercado da construção civil a alvenaria estrutural foi ganhando cada vez mais força, ou seja, passou a ser cada vez mais empregada, passou a utilizar também blocos cerâmicos e blocos sílico-calcários. Neste momento, pautado ainda em normas estrangeiras, como da Inglaterra e da Alemanha.

A normatização passou a ser vista como uma questão a ser repensada no país, tendo em vista que as normas utilizadas eram de outros países, e então:

Em meados dos anos 90 houve uma busca dos envolvidos com o processo em alvenaria estrutural pela normatização, paralelamente constata-se o início de pesquisas. Também constata-se a sua aplicação em edificações de padrão médio, com alvenaria armada, em até 24 pavimentos e não

armada em até 13 pavimentos, sendo empregada também em muros de arrimos, caixas d'água e alvenaria protendida (HOFFMANN et al., 2012, p.2).

Na atualidade o Brasil já conta com diversas normas da ABNT para cálculo, execução e controle de obras em alvenaria estrutural e o sistema começa a difundir-se em todos estados da federação.

Evidencia-se ainda que o sistema construtivo em alvenaria no Brasil tem experimentado um grande impulso. Devido à estabilização da economia, a concorrência tem feito com que um número crescente de empresas passe a se preocupar com os custos, acelerando as pesquisas e a utilização de novos materiais.

Observa-se, com base em Ramalho e Corrêa (2003) que apesar de sua chegada tardia, o processo construtivo de alvenaria estrutural acabou se firmando como uma alternativa eficiente e econômica para a execução de edifícios residenciais e também industriais.

1.3 ABNTs E ALVENARIA ESTRUTURAL

De acordo com Silva, Mota e Barbosa (2013) a alvenaria estrutural, como tecnologia construtiva foi consolidada somente na década de 80, através de normalização oficial consistente e razoavelmente ampla.

Hoje existem normas da ABNT para cálculo, execução e controle de obras em alvenaria estrutural e o sistema encontra-se cada vez mais difundido e aprimorado. Nesta direção, cabe trazer ao texto as ABNTs NBRs que embasam esse sistema:

- ABNT NBR 15812-1 Alvenaria estrutural - Blocos Cerâmicos | Parte 1: Projetos
- ABNT NBR 15812-2 Alvenaria estrutural - Blocos Cerâmicos | Parte 2: Execução e controle de obras.

Indo além, destaca-se que existem também normas para determinação das características dos blocos cerâmicos, tanto estruturais quanto de vedação.

- ABNT NBR 15270-2 Componentes cerâmicos | Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Tipologia e requisitos

- ABNT NBR 15270-3 Componentes cerâmicos | Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de Ensaio

Ademais, outras NBR figuram neste cenário, sendo:

- ABNT NBR 10837 – Cálculos de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto
- ABNT NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos

2.3 COMPONENTES

Os componentes utilizados na execução de um projeto em alvenaria estrutural são as unidades, compostas por tijolos cerâmicos ou blocos de concreto, a argamassa, o graute e as armaduras, necessários, de acordo com o cálculo feito para o projeto

Ramalho e Corrêa (2003, p.6), “um componente da alvenaria é uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, comporão a estrutura”.

Sendo assim, cabe trazer ao texto a explicação acerca de cada componente da alvenaria estrutura.

2.3.1 Blocos

Os blocos são os componente básico da alvenaria. O bloco deve atender integralmente as especificações da ABNT NBR 15270-2 além das resistências especificadas no projeto estrutural. O bloco estrutural possui furos na vertical que possibilitam a passagem de instalações.

Conforme já apresentado anteriormente, existe mais de um tipo de bloco que pode ser utilizado na alvenaria estrutural, e neste contexto, Barros (2009, p.11) fez uma pontuação acerca de cada um, como forma e oportunizar a melhor compreensão acerca deste:

- a) Blocos de Concreto** – são os mais utilizados, pois podem ser fabricados em qualquer lugar, alcançando altas resistências (15 a 20 MPa). São normalizados pela NBR 6136. Suas dimensões devem ser padronizadas, dentro das tolerâncias permitidas pela norma, o que permite modular a obra em função do módulo de 20 cm, não havendo com isso produção de entulho.

Deve haver um controle visual do bloco: se o bloco ficar aparente, ou protegido por alguma tinta ou verniz, sua textura deve ser fina, pouco áspera; se for revestido com massa, é conveniente ter uma textura mais grossa e áspera para melhor aderência da argamassa à superfície do bloco.

- b) Blocos Cerâmicos** – não conseguem ter resistências (NBR 6461) tão alta quanto os blocos de concreto, porém apresentam um conforto térmico acústico superior e não têm problemas de retração na secagem.
- c) Blocos Sílicos-Calcáreos** – apresentam grande resistência, mas, na execução, sua técnica deve ser aplicada corretamente, pois têm problemas de retração na secagem. As principais vantagens da alvenaria estrutural são:
 1. É inegavelmente econômica, ficando seu custo entre 15 e 20 % do custo da obra;
 2. Sua execução é bem mais rápida, limpa e segura;
 3. O sistema construtivo induz a racionalização da construção.

Ainda com base em Barros (2009, p.12) pode-se acrescentar que é preciso “atentar para o treinamento da mão-de-obra e fiscalizar rigorosamente a execução da alvenaria estrutural, além de haver sempre interação entre os projetistas (arquitetura, estrutura e instalações).”

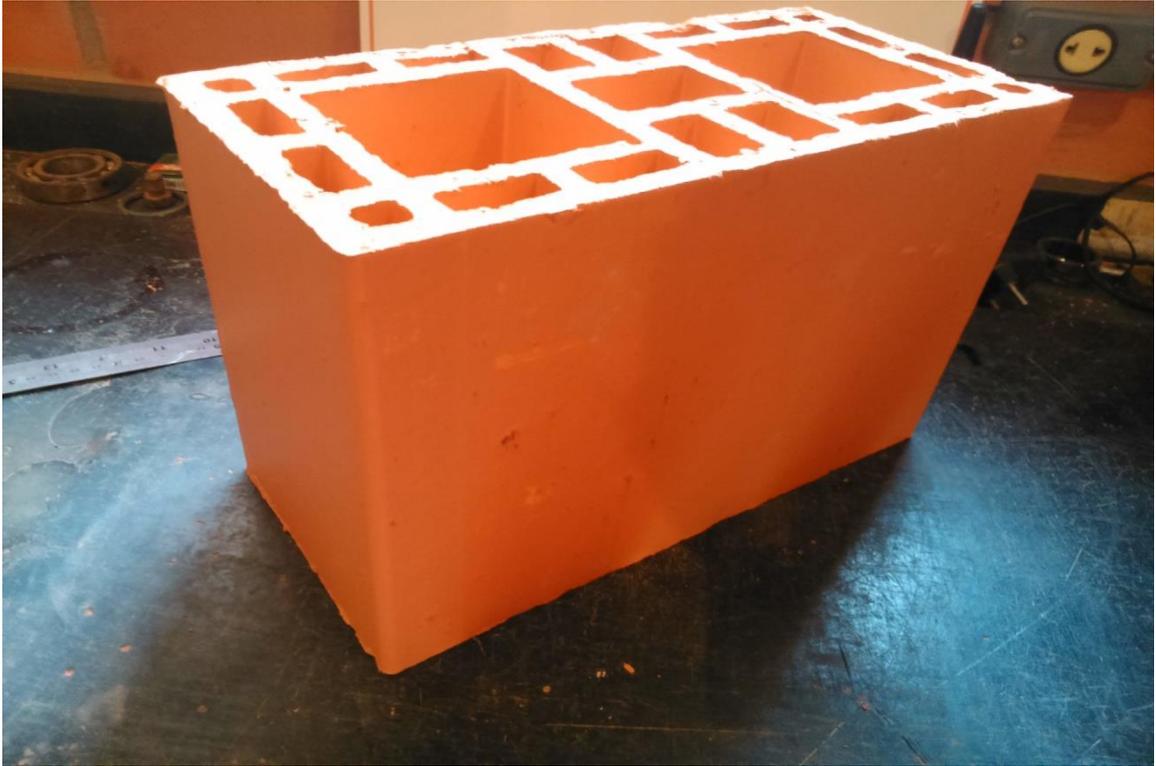
Após apresentar sobre os tipos de blocos, torna-se pertinente trazer a imagem destes como forma de ilustrar e, conseqüentemente, demonstrar a sua forma, conforme pode ser visto nas figuras 1, 2 e 3:

Figura 1: Blocos de concreto



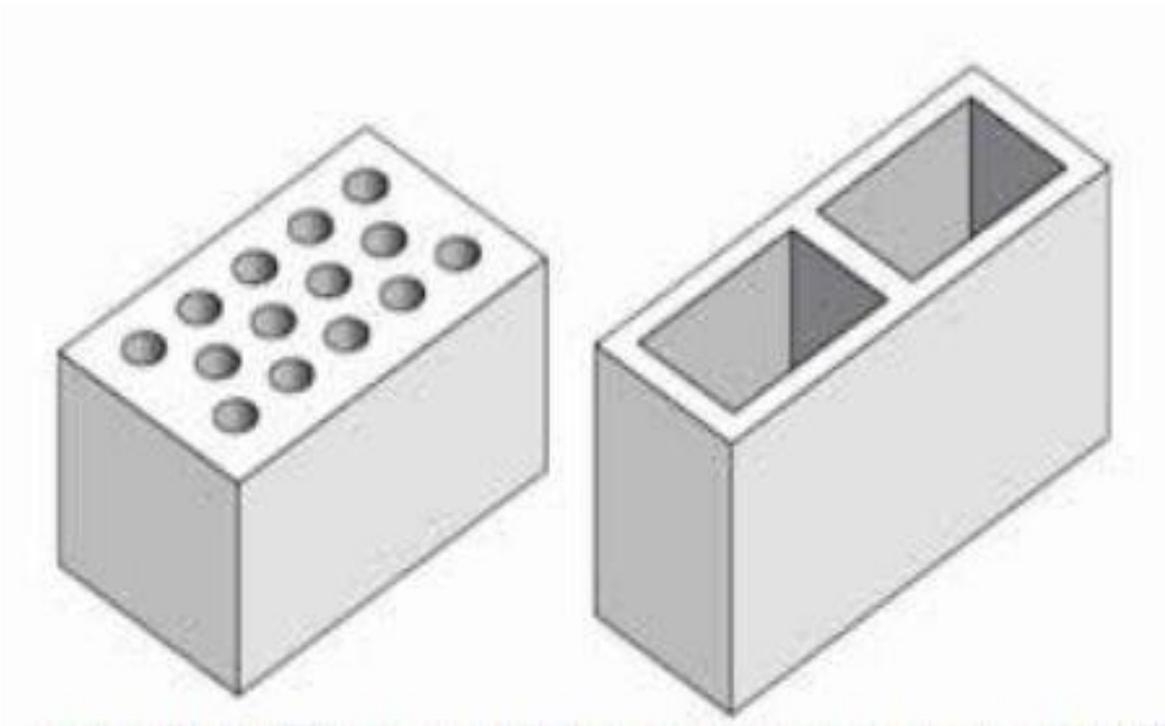
Fonte: Site: www.comunidade-da-construcao.com.br

Figura 2: Bloco cerâmico



Fonte: Site: https://ceramicasantaclara.files.wordpress.com/2014/11/dsc_0493.jpg

Figura 3: Blocos Sílicos-Calcários



Fonte: Site: <http://construnormas.pini.com.br>

2.3.2 Armaduras

As armaduras devem ser colocadas de tal forma que se mantenham na posição especificada durante o grauteamento e para tal finalidade podem ser utilizados arames, espaçadores, estribos, tarugos de aço e tarugos de massa.

Em nenhum caso o cobrimento de materiais sujeitos à corrosão pode ser inferior ao especificado em projeto. Em nenhum caso é permitido o contato de metais de naturezas diferentes. Os fios, barras e telas de reforço imersos em juntas de argamassa deverão ser de aço galvanizado ou de metal resistente à corrosão.

Os vazados não podem ter rebarbas de argamassa e as dimensões mínimas recomendadas são de 50 mm x 70 mm; A altura máxima de lançamento do graute deverá ser de 1,60 m. Recomenda-se a concretagem em duas etapas para os pés direito convencionais de 2,80 m, sendo a altura da primeira etapa definida pela altura das contra-vergas das janelas. Se o graute for devidamente aditivado, garantida a coesão sem segregação, a altura de lançamento máximo permitido é de 2,80 m.

Figura 4: Armaduras



Fonte: Site - <http://www.pauluzzi.com.br>

2.3.3 Graute

De acordo com Barros (2009, p.12) o graute é um concreto feito com areia, cimento, pedrisco e cal, cuja função é completar os furos dos blocos onde for conveniente, proporcionando maior resistência à parede ou solidarizando uma eventual armadura no conjunto.

Ainda com base em Barros (2009, p.12) no tocante ao entendimento acerca do graute, pode-se complementar que:

Sua resistência mínima é especificada na NBR 10873. Sua característica principal é a fluidez para que o furo possa ser preenchido sem falhas, bastando socá-lo com o próprio ferro do furo para adensá-lo convenientemente. No lançamento, não permitir que ocorra segregação do agregado, devendo ter um abatimento do *slump test* de 15 a 20 cm. Deve-se evitar que haja sua retração, principalmente nos primeiros dias para que não se solte das paredes do bloco.

Nesta direção, cabe trazer a imagem da utilização do graute como exemplo, para melhor compreensão acerca da temática (figura 5):

Figura 5: Graute – preenchimento de blocos



Fonte: UFRGS – Repositório (s/s)

O graute é um micro concreto que serve para preencher as cavidades dos blocos, onde são acomodados as armaduras verticais e as amarrações das paredes de grampos. Serve também para suprir as deficiências locais da argamassa de assentamento ou dos blocos.

Vale ainda apontar que é desejável que o graute apresente boa fluidez, boa coesão, boa aderência, Resistência à compressão maior que 14MPa, uma retração baixa e boa trabalhabilidade.

2.3.4 Argamassa

Camacho (2006, *apud* Tozzi et al. 2009, p.94) descreve que a argamassa:

É o componente utilizado na ligação entre os blocos, evitando pontos de concretagem de tensões, sendo composta de cimento, agregado miúdo, água e cal, sendo que algumas argamassas podem apresentar adições para melhorar determinadas propriedades.

Neste sentido, Tozzi et al. (2009) ainda complementa que algumas argamassas industrializadas vem sendo utilizadas na construção de edifícios de alvenaria estrutural.

Indo além, pode-se pontuar que dentre as funções da argamassa algumas se destacam, sendo:

- Unir as unidades;
- Garantir a vedação;
- Propiciar aderência com as armaduras nas juntas;
- Compensar as variações dimensionais das unidades.

De acordo com Pastro (2007, p.24):

Um item muito importante do sistema é a argamassa de assentamento, pois ela tem a responsabilidade de distribuir toda a carga para os blocos que nela estão ligados, ou seja, pode-se assimilar a ela uma solda de uma estrutura metálica, pois há um componente estrutural (bloco) em cima e outro embaixo. Por isso, ela se torna a emenda entre os componentes, tendo, assim, que suportar a carga solicitada e unir os componentes do prisma.

Ainda com base no autor acima citado, Pastro (2007, p.24) pode-se destacar que a “resistência da argamassa geralmente é de 70% a 100% da resistência do próprio bloco. Se a resistência da argamassa é aumentada, não se aumenta a

resistência da parede em geral, portanto ela pode ser usada nesse percentual de resistência.”

Neste sentido, cabe trazer a figura 6, onde mostra o assentamento da argamassa no bloco:

Figura 6: Argamassa no bloco



Fonte: UFRGS – Repositório (s/s)

Apesar da existência das ANBT, Pastro (2007, p.25) elucidou sobre as forma em que as norma americana classificam a argamassa, sendo esta subdividida em 4 tipos mistos, sendo: M, S, N e O:

- Argamassa tipo M: usada em alvenaria em contato com o solo, como fundações, muros de arrimo etc. Possui alta resistência à compressão e excelente durabilidade.
- Argamassa tipo S: usada em alvenaria sujeita a esforços de flexão. Tem boa resistência à compressão e à tração quando confinada entre as unidades.
- Argamassa tipo N: usada para uso geral em alvenarias expostas, sem contato com o solo. Tem média resistência à compressão e boa durabilidade.
- Argamassa tipo O: pode ser usada em alvenaria de unidades maciças onde a tensão de compressão não ultrapasse 0.70 MPa e não esteja exposta em meio agressivo. Apresenta baixa resistência à compressão e conveniente para o uso em paredes de interior em geral.

De maneira geral, entende-se que a argamassa é uma mistura de cimento, cal, areia e água, na sua composição básica, utilizada para a ligação dos blocos ou tijolos de uma parede de alvenaria. As proporções dos constituintes são definidas para garantir a contribuição da argamassa na resistência da parede em função das cargas a serem transmitidas e das condições ambientais do local onde será elevada a parede (UFRGS REPOSITÓRIO, S/D).

Em suma, as argamassas devem apresentar características específicas, estabelecidas por norma para cumprir adequadamente sua função.

3.A CONSTRUÇÃO CIVIL E A ALVENARIA ESTRUTURAL: UM RECORTE PARA EDIFÍCIOS COM REPETIÇÃO DE LAYOUT

Este capítulo tem a função de apresentar, de maneira breve, como a alvenaria estrutural se tornou importante nos no Brasil nos últimos tempos, tendo em vista a sua ampla utilização. Para além, será dado ênfase também a colocação específica de que este tipo de sistema cabe para edifícios com repetição de layout, uma vez que existe a questão da impossibilidade de alteração no layout arquitetônico. Indo além, o presente capítulo também irá contar com um espaço voltado para a discussão acerca das vantagens que a alvenaria estrutural tendo a ofertar neste cenário da construção civil, assim como fará um apanhado do que é percebido como ponto negativo, tendo como recorte de seus indicativos a superação destes para um futuro com mais pontos positivos e assertivos.

3.1 A ALVENARIA ESTRUTURAL E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: EDIFÍCIOS COM REPETIÇÃO DE LAYOUT

Na atualidade a alvenaria estrutural vem sendo cada vez mais utilizada, apensar de ainda ser considerada como um sistema de recente aplicabilidade na construção civil, tendo em vista os outros sistemas já empregados com mais tempo no mercado.

Assim, retoma-se a idéia de que a alvenaria estrutural é sistema construtivo racionalizado. Diante das ANBTs NBR apresentadas também ao longo do texto, foi possível aprender que as edificações produzidas a partir deste sistema apresentam algumas limitações, que em sua maior parte versam sobre a repetição de layout e a quantidade de andares que podem ser construídos.

Figueiró (2009, p.70) sinaliza que neste contexto pode-se ainda entender que ao definir a utilização da alvenaria estrutural para um projeto, deve-se compreender como “condição indispensável e imprescindível o planejamento adequado e cumprimento de cada etapa de projeto para se edificar um empreendimento sem desperdícios, retrabalhos ou improdutividade.”

Outro ponto que se deve ter atenção versa sobre a melhor modulação do bloco, elemento fundamental na alvenaria estrutural, para racionalização do processo construtivo. Assim, ao escolher o tipo de bloco que será usado a construção tende a ser mais bem planejada.

No que tange a repetição de layout dos edifícios, Tauil (2013) descreve que a alvenaria estrutural tem sido muito utilizada há anos em casas e edifícios residenciais quando o empreendedor busca um valor de venda compatível com a renda da grande maioria das famílias brasileiras, que é média baixa e baixa. Nos últimos anos, edifícios para a população de alta renda também têm sido construídos em alvenaria estrutural. Um exemplo é o edifício The Gift, muito bem resolvido arquitetonicamente pelo escritório Aflalo e Gasperini, com cinco torres de 20 pavimentos, na Granja Julieta [bairro da zona Sul de São Paulo].

Entretanto, indo de encontro a colocação de Tauil, tem-se a pontuação de Roberto Coelho (*apud* Nakamura, 2014, p.1) quando este enfatiza que:

A viabilidade e competitividade de um projeto em alvenaria estrutural dependem de se ter um layout fixo e repetitivo nos pavimentos, de forma que as paredes se sobreponham, facilitando a transferência dos carregamentos verticais. As dimensões horizontais e verticais devem atender ao módulo mínimo da família de blocos, para que não seja necessário empregar blocos complementares,

Indo além, e ainda com base nos ensinamentos de Tauil (2013) pode-se apontar que no que tange a limitação do layout, na atualidade, a alvenaria estrutural possibilita um layout com várias formas em planta. Desde formatos circulares com paredes radiais, como edifícios em Y, em cruz, quadrados, retangulares etc. Qualquer formato, em termos de planta, pode ser projetado. Para a organização das paredes, é importante que o arquiteto visualize bem como organizar aquelas que suportam as cargas verticais dos andares superiores, as chamadas paredes portantes.

Nakamura (2014) complementa essa relação ao indicar que normalmente a utilização da alvenaria estrutural está vinculada à padronização dimensional e à falta de flexibilidade para alterações futuras, pelo fato de a estrutura estar integrada às paredes. Isso acabou fazendo com que o sistema encontrasse um nicho de aplicação importante em empreendimentos residenciais de padrão econômico.

Tauil (2013) destacou que com a crescente utilização de alvenaria estrutural, a produção de blocos de concreto enfrenta alguns desafios, como a alta demanda por máquinas de produção de blocos e a necessidade de laboratórios preparados para ensaiar os blocos com alta resistência. Por outro lado, já houve alguns avanços na área técnica, como uma revisão da norma de ensaio (em consulta pública), além da atualização das normas de projeto e execução.

3.2 Vantagens a partir da utilização da alvenaria estrutural

A construção de edifícios em alvenaria estrutural deve ser realizada de acordo com técnicas específicas para garantir a qualidade das edificações quanto à confiabilidade e durabilidade. Desta forma, destacam-se alguns fatores que se relacionam diretamente com a qualidade da alvenaria estrutural.

As principais vantagens no emprego deste sistema construtivo são:

- Alta velocidade construtiva;
- Redução de custos com mão de obra;
- Menor gasto com reboco;
- Facilidade no assentamento do revestimento cerâmico;
- Permite um melhor planejamento da obra;
- Criação de projetos modernos e elegantes;
- Coordenação e execução simplificada;
- Liberdade na concepção do projeto arquitetônico;

Corroboram com essa visão, Tozzi et al. (2009, 96) ao colocarem que

As vantagens mais imediatas da alvenaria estrutural são a redução de custo e o menor prazo de execução. Estes fatores são muito bem-vindos num mercado imobiliário que está cada vez mais competitivo. Atualmente o preço de venda de um imóvel não é determinado pelos seus custos, e sim pela capacidade financeira dos compradores, portanto a construção precisa ser o mais econômica possível.

Indo além, as vantagens são nítidas devido a alvenaria estrutural ser uma maneira simples, rápida e barata de se construir. Entretanto, existe o indicativo de que este não é um sistema que caiba a qualquer tipo de construção, porém, tem se apresentado de forma ampla e eficaz quando observado a partir da construção de edifícios de vários andares.

Economia, segurança, qualidade e rapidez de execução, permitem à alvenaria estrutural adequar-se tanto a obras populares como de padrões mais elevados.

Na atualidade verifica-se que tem aumentado a utilização da alvenaria estrutural, e neste sentido, Tauil (2013) evidencia que este processo vem ocorrendo devido a busca de menor custo de construção. Na região metropolitana de São Paulo, por exemplo, o preço do terreno subiu muito. O preço final dos apartamentos começou a ficar caro, e onde se pode reduzir o custo é na construção. Há 40 anos o sistema de alvenaria estrutural vem se mostrando uma solução econômica, e cada vez mais os profissionais se interessam por esse sistema.

3.3 PONTOS NEGATIVOS/ DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Apesar de terem sido apontados anteriormente diversos pontos positivos no que tange a alvenaria estrutural, Figueiró (2009) trouxe uma visão ampliada no que se refere aos pontos negativos deste sistema.

Mesmo que relevantes os pontos positivos elencados no item anterior, não se pode desconsiderar as desvantagens que o sistema de alvenaria estrutural apresenta ao ser comparado com estruturas convencionais. A seguir serão listadas as principais desvantagens do sistema em ordem decrescente de relevância.

a) Limitação na adaptação da arquitetura após a construção

Após executada as paredes no sistema de alvenaria estrutural não existe a possibilidade para mudanças relevantes no layout arquitetônico.

b) Interferência entre projetos

Existe uma grande interferência entre os projetos de arquitetura, estrutural e instalações quando adotado o sistema de alvenaria estrutural. A impossibilidade de se furar paredes, sem controle rigoroso, limita e condiciona o projeto de instalações elétricas e hidráulicas.

c) Utilização de mão-de-obra qualificada

A execução da alvenaria estrutural exige a aplicação de mão-de-obra qualificada para que sejam empregados os instrumentos adequados durante a execução. Isto significa selecionar e capacitar esta mão-de-obra para se evitar problemas durante a execução e riscos após a ocupação da edificação.

Para além, de acordo com Hoffmann et al. (2012, p.9) outras desvantagens ainda figuram no cenário da alvenaria estrutural, onde estes autores citam:

A carência de fornecedores para fabricação de blocos com resistência elevadas, é citada como uma desvantagem do sistema em alvenaria estrutural, o que ocasiona, muitas vezes, a desistência de executar um empreendimento com o sistema construtivo alvenaria estrutural, mesmo com tantas vantagens que o sistema fornece.

Para além, outra desvantagem mencionada se refere ao controle minucioso que os blocos estruturais exigem para evitar equívocos em sua utilização, uma vez que o sistema demanda a utilização de blocos com tamanhos e resistências variadas (HOFFMANN et al., 2012, p.9).

Corroborando com a indicação de Figueiró (2009), Hoffmann et al. (2012) identificaram também que a falta de mão de obra qualificada se traduz como um grande problema para este cenário, tendo em vista que:

Problemas relacionados a falta de mão de obra qualificada são mencionados por vários autores. A falta de profissionais qualificados da área levam as empresas a contratar profissionais sem experiência. Da mesma forma, pode ser constatada uma carência de treinamentos, assim como a necessidade de treinamento, o que demanda tempo e recursos financeiros, desmotivam alguns empresários a utilizarem o sistema (HOFFMANN et al., 2012, p.9).

Pode-se ainda citar três pontuações que se destacam quando pensado sobre as desvantagens da construção civil com base na alvenaria estrutural:

- Dificuldade na superação de grandes vãos;
- Não aplicável em balanços estruturais;
- Não pode ser alterada a estrutura planejada pelos projetos de engenharia e arquitetura.

De forma geral, as desvantagens giram em torno das limitações do projeto, falta de mão de obra qualificada, assim como a falta de fornecedores no mercado para os blocos.

A falta de fornecedores vem sendo uma preocupação para o setor construtivo, e nesta direção, Tauil (2013) esclarece que o que está havendo é uma preocupação de que o setor industrial de produção de blocos não atenda à demanda, principalmente em regiões que não têm tradição de produção de blocos, como o Norte, Nordeste e o Centro-Oeste. Entretanto, o autor destaca que há um grande desenvolvimento de indústrias, tanto que a indústria de máquinas que produzem blocos está com muitas encomendas para o Brasil inteiro e exterior.

Complementa a informação anterior o próprio autor, Tauil (2012) ao sinalizar que o país tem exportando máquinas para Angola, e também há máquinas vindo de fora para o Brasil.

Vantagens e desvantagens serão sempre objeto de análise em todo e qualquer sistema de construção. Entretanto, de forma específica, voltado para a alvenaria estrutural, pode-se apontar que as vantagens ganha maior notoriedade, onde as desvantagens podem ser superadas diante da adequação da obra/ projeto em relação a alvenaria que será utilizada.

Sendo assim, busca-se em Nakamura (2014) uma explanação acerca dessa mediação: vantagens x desvantagens. E assim, pode-se destacar que a economia da alvenaria estrutural em comparação a outros sistemas costuma ser grande. Mas o sistema não está restrito ao tipo de construção popular, como por exemplo, o Minha Casa Minha Vida, um programa de habitação ofertado pelo governo. Pois, é possível verificar a sua utilização em edificações com vãos maiores, menor quantidade de paredes estruturais e com algumas paredes de vedação que podem ser removidas, pode haver também aplicabilidade do sistema, com menor redução no custo.

Hoffmann (2012, p.7) entendem que “o sistema construtivo em alvenaria estrutural pode ser considerado como racionalizado. Isso porque os seus princípios buscam deixar o processo de trabalho mais eficiente e organizado.”

De forma ampla, este capítulo consegui mostrar que a construção civil e a alvenaria estrutural tem caminhado lado a lado, e as vantagens tem conseguido superar as expectativas no tocante ao que é percebido como positivo. As desvantagens de maneira geral existem, mais não são observadas como um

problema que seja uma barreira para a utilização da alvenaria estrutural, principalmente quando pensado edifícios com repetição de layout.

Para além, a repetição de layout que anteriormente era compreendida como uma dinâmica a ser seguida e não pensava-se a possibilidade de mudança deste quadro quando utilizado a alvenaria estrutural, na atualidade já verifica-se que este modelo já não se configura como verdade absoluta, tendo em vista que foi apontado no decorrer do capítulo que já existe a possibilidade de construção sem a obrigatoriedade deste repetição de layout.

Todos os avanços são observados como positivos para o campo da construção civil, e assim, torna-se essencial apontar que a alvenaria estrutural ao ganhar cada vez mais espaço no cenário das obras tende também a oportunizar novos caminhos para a construção.

CONCLUSÃO

Ao final desta construção foi possível compreender que apesar de existir diversos tipos de alvenaria, a alvenaria estrutural, modelo estudado neste trabalho se apresenta de forma viável e se configura cada vez mais como um procedimento que tem se destacado no cenário da construção civil.

Até pouco tempo quando se pensava em alvenaria estrutural logo era associado ao padrão de repetição de layout, contudo, verifica-se que na atualidade essa relação vem sendo alterada, e diante dos ganhos oportunizados com esse tipo de alvenaria essa repetição vem progressivamente deixando de ser uma obrigação nas construções que a utilizam.

Outro ponto que deve ser ressaltado ao final deste trabalho versa sobre as questões ligadas as vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural, pois as vantagens enumeradas foram amplamente mais consideráveis, o que torna cada vez mais convidativo a utilização deste modelo.

No que se refere as desvantagens, não é possível descartá-las, porém, ao analisá-las pode-se considerar que quando se decide pelo modelo de alvenaria estrutural o engenheiro já estará ciente de todas as suas limitações.

Em suma, o sistema construtivo com base na alvenaria estrutural foi observado como um modelo positivo que agrega valor, para além, verifica-se ainda que o foco está em agregar eficiência e produtividade para garantir boas margens econômicas com o uso do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10837: cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 15270-2 Componentes cerâmicos | Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Tipologia e requisitos, 2005.

_____. NBR 15270-3 Componentes cerâmicos | Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de Ensaio, 2005.

_____. NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: Requisitos., Rio de Janeiro, 2007.

BARROS, Carolina. Edificações: técnicas construtivas. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. Publicado em: 5-12-2009. Disponível em: <https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria.pdf> Acesso em: 15-11-2016.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. Desperdício na Construção Civil e a Questão Habitacional: um enfoque CTS. 2001. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm>>. Acesso em: 10-11-2016.

DELLATORRE, Lázaro Augusto. Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), com requisito parcial para obtenção de grau de Engenharia Civil. Santa Maria, RS, Brasil. Dezembro, 2014.

FIGUEIRÓ, Wendell Oliveira. Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, Janeiro de 2009.

GOMES, Jefferson de Oliveira; LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014.

HOFFMANN, Luana Gabriela; BRESSIANI, Lucia; FURLAN, Gladis Cristina; THOMAZ, William de Araujo. Alvenaria estrutural: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. III Simpósio de pós graduação em engenharia urbana. 7 e 8 de novembro de 2012

NAKAMURA, Juliana. Saiba em quais situações a alvenaria estrutural é competitiva, assim como condicionantes para o uso bem sucedido dessa solução. Publicado em: 09-2014. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/158/artigo326571-1.aspx> Acesso em:

NONATO, Luiz Fernando Costa. Alvenaria estrutural e suas implicações. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, Escola de Engenharia da UFMG, 2013

PASTRO, Rodrigo Zambrotto. Alvenaria e sistema construtivo. Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil, da Universidade São Francisco, sob orientação do Prof. Dr. Adilson Franco Pentead, como exigência parcial para a conclusão do curso de graduação. Itatiba, 2007.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projetos de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: Editora Pini, 2003.

REPOSITÓRIO UFRGS. Argamassa de assentamento. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria-estrutural/argamassa.php> Acesso em: 08-12-2016.

_____ Graute. Disponível em:
<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria-estrutural/argamassa.php>

Acesso em: 08-12-2016.

SACOMANO, José Benedito; GUERRINI, Fábio Muller; SANTOS, Myrian Tizuko Sasaki; MOCELLIN, João Vitor. Administração de produção na construção civil: o gerenciamento de obras baseados em critérios competitivos. São Paulo: Arte e Ciência Editora, 2004.

SILVA, Angelo Just da Costa; MOTA, Manoel de Freitas; BARBOSA, Fred Rodrigues. Avaliação da influência da argamassa de revestimento na capacidade mecânica de prismas de blocos cerâmicos estruturais. Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas. Fortaleza, 7 a 9 de maio de 2013.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. Alvenaria estrutural. São Paulo: Pini, 2010.

TAUIL, Carlos Alberto. Alvenaria estrutural: entrevista. Publicado em: 21-09-2013. Disponível em: <http://www.imecmg.org.br/30/index.php/imec/2013-09-21-17-21-54/noticias/90-construir/156-alvenaria-estrutural-entrevista> Acesso em:

, Adriana REGINA; GALLEGO, Carlos Eduardo Curi; TOZZI, Rafael Fernando. Sistema Construtivo nos Empreendimentos Imobiliário. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2009.