

VANTAGEM E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL E SUA EMPREGABILIDADE EM UMA OBRA DE MANHUAÇU

Thaís Luiza R. de Souza¹, Renato M. S. Carlos², Ariadny de Cassia F. Labanca³, Gustavo Ramon de O. Miguel⁴, Mariana G. Reguete⁵, Murilo A. Rodrigues⁶, Tauana de O. Batista⁷

¹ Graduando Engenharia Civil, FACIG, thaisrodrigues82@hotmail.com

² Graduando Engenharia Civil, FACIG, renato.scardini@gmail.com

³ Graduando Engenharia Civil, FACIG, ariadny.labanca74@gmail.com

⁴ Graduando Engenharia Civil, FACIG, gustavo_omiguel@hotmail.com

⁵ Graduando Engenharia Civil, FACIG, mariana.31.goncalves@gmail.com

⁶ Graduando Engenharia Civil, FACIG, murilo50euro@gmail.com

⁷ Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas e Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, FACIG, tauana@sempre.facig.edu.br

Resumo- Dentre os diversos sistemas estruturais disponíveis para aplicação na construção civil, o presente artigo tratou particularmente da alvenaria estrutural, sistema que necessita de cuidados e possui particularidades quanto a execução e fiscalização. Com o objetivo de avaliar a empregabilidade da alvenaria estrutural na região de Manhuaçu, realizou-se um estudo de caso na obra situada nas proximidades da BR-262 dentro do município. Foram obtidas informações sobre o procedimento usado na execução da mesma, o fornecimento de matéria prima e oferta de mão de obra na região. Foi possível concluir que o sistema em alvenaria estrutural, apesar de apresentar problemas como a falta de profissionais qualificados e dificuldade de adaptar-se a mudanças arquitetônicas, atribui fatores de qualidade e racionalização da obra conjugada a custos mais baixos. Tem-se, desse modo um sistema que se aplica com eficiência em habitações de baixo custo quando projetado e executado segundo as normas.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural; Blocos de concreto; Blocos cerâmicos; Construção civil.

Área do Conhecimento: Engenharias.

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil é uma área que engloba a concepção, o projeto, a construção e manutenção de todos os tipos de infraestruturas; é um ramo que está em constante atualização trazendo inovações no sentido de atender todos os requisitos para a satisfação do cliente, como a qualidade, menor preço, eficiência e conforto.

Dentre as técnicas utilizadas, a alvenaria estrutural é um sistema construtivo muito antigo que se destaca por apresentar vantagens que permitem a eficiência do projeto, haja vista, por exemplo, o baixo custo, a redução de desperdícios de materiais, a rapidez na execução e na conclusão da obra, além de causar menos impactos ambientais. Trata-se de uma técnica na qual suas paredes são feitas por blocos que podem ser produzidos por diferentes materiais, tais como: pedra, concreto, cerâmica, argila, entre outros. O método mostra-se de grande resistência, fato que pode ser observado, por exemplo, no Coliseu, obra considerada um monumento histórico da data 70 d.C.

A alvenaria estrutural usada na antiguidade não seria um método viável hoje em dia sem os avanços tecnológicos e métodos de construção qualificados, onde nas construções eram utilizadas pedras que além de ocupar um espaço excessivo eram de difícil manuseio pelo seu tamanho e peso. É possível apreciar grandes obras de alvenaria estrutural moderna com blocos bem menores comparados aos utilizados nas Pirâmides do Egito, Muralha da China e o Farol de Alexandria que são famosas obras desde o antigo método de construção até atualmente.

Nessa concepção, o trabalho tem por objetivo analisar as vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural, assim como a sua utilização em uma obra do município de Manhuaçu, além disso, certificar se existe o fornecimento de materiais adequados e mão-de-obra qualificada na região específica apontando possíveis problemas enfrentados nos canteiros de obra.

2 METODOLOGIA

O presente artigo realiza um estudo de caso na obra do condomínio “Clube do Sol”, situada nas proximidades da BR-262 dentro do município de Manhuaçu/MG. São apresentadas informações sobre o procedimento usado na execução da mesma, o fornecimento de matéria prima e oferta de mão de obra na região. A visita guiada pelo profissional responsável pela execução da obra, permitiu a coleta dos dados relativos ao processo de execução e métodos empregados, além da oferta de mão de obra. Os dados financeiros foram obtidos através do Portal de Transparência da Prefeitura Municipal de Manhuaçu.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional com origem na pré-história, sendo o sistema de construção mais antigo. Existem indícios históricos de alvenaria estrutural de até 10 mil anos atrás. Utilizando blocos de pedra e argila, construções desafiam o tempo atravessando séculos ou até mesmo milênios, por exemplo, as pirâmides de Guizé, construídas com grandes blocos de pedra, contando com cerca de 30 mil egípcios trabalhando por 20 anos para terminar esse marco histórico da alvenaria (RAMALHO, CORRÊA, 2003).

Denominada alvenaria contemporânea, ou seja, trata-se da forma construtiva mais velha conhecida pelo homem, e ainda utilizada atualmente. Logicamente houve uma melhora nos métodos empregados desde o projeto à execução, por exemplo, obtendo uma drástica redução nas espessuras das paredes. Fazendo uma comparação clara, utilizando o peso próprio para resistir às tensões de tração, o edifício Monadnock em Chicago (1989-1991) com 16 pavimentos, excedia 1,8 metros em suas paredes térreas, diferentemente de hoje que se conta com blocos e métodos mais resistentes e eficientes, como em prédios brasileiros de 22 andares com paredes de apenas 19 cm de espessura. (PARSEKIAM, HAMID, DRYSDALE, 2013).

Com suas bases, o sistema de alvenaria estrutural requer uma análise econômica tendo suas próprias limitações, como: o índice elevado de esbelteza do edifício gerando um maior gasto de armadura; os tamanhos dos vãos que geram uma sobrecarga nas paredes necessitando de blocos de resistência elevada; balanços excessivos; a eliminação de paredes (somente em casos necessários) e a altura do edifício de até 15 pavimentos mostram-se economicamente viável, para casos que ultrapassem 15 pavimentos, recomenda-se efetuar estudos comparativos com a estrutura convencional de concreto armado (MANZIONE, 2007).

Em busca de uma forma mais viável, tanto na parte econômica quanto na produção de resíduos, a alvenaria estrutural se encaixa como uma alternativa, pouco utilizada na sua forma simples, pelo fato de estar sempre ligada aos métodos de construção armada e pretendida, que a torna mais resistente e proporciona uma quantidade bem elevada de pavimentos em um edifício. No Brasil, esse método construtivo é usado desde o início do século XVII, mas demorou a encontrar seu espaço, pois a alvenaria estrutural era encarada como um processo voltado para a obtenção de edifícios mais econômicos (RAMALHO, CORRÊA, 2003).

Os conceitos básicos e as principais ferramentas para o sistema de alvenaria estrutural estão relacionados desde a elaboração do projeto até a execução. (MANZIONE, 2007).

A alvenaria estrutural não armada pode ser classificada como toda e qualquer construção cujos esforços e carregamentos são transmitidos diretamente de sua origem para as paredes, nas quais são responsáveis por resistir a esses esforços sem que haja qualquer fissura ou deformidade que comprometa toda a estrutura. Esse método resiste muito bem a carregamentos de compressão, embora seja bem eficaz, está limitado a esforços de tração, portanto, eventuais tensões de tração devem ser inferiores ao limite de resistência (PARSEKIAM, HAMID, DRYSDALE, 2013).

Destacam-se algumas dessas formas construtivas resumidamente classificadas em três parâmetros de alvenarias, tais como térreas, múltiplos pavimentos e híbridas. Qual cada uma desempenha a função que lhe é proposta e para cada tipo de construção deve-se verificar qual a mais adequada.

(i) Térreas, são as construções cujas paredes externas desempenham uma função estrutural e de vedação, ou seja, dispensam armaduras e usam amarração entre os blocos para que as mesmas permaneçam estáveis. Ex: residências, ginásios e depósitos.

(ii) Múltiplos pavimentos, nesse tipo de construção, as paredes funcionam como apoios não apenas para a laje, mas também às paredes do andar superior, sobreposta exatamente sobre a de baixo. Ex: prédios como Liberty Park EastTowers nos EUA.

(iii) Híbridos, são alvenarias que podem ser utilizadas em conjunto com outros materiais, como as estruturas metálicas. Ex: paredes externas e caixa de elevadores.

Em busca de uma melhor otimização, dinâmica, racionalização e redução de custos nas obras, surgiram diferentes materiais, os principais componentes da alvenaria estrutural são: bloco de concreto, argamassa de assentamento, graute e armadura.

O bloco estrutural de concreto é o mais usual nesse sistema por ser corretamente normalizado, seguindo os requisitos da NBR 6136. Os blocos são elementos vibro prensados e constituídos de uma mistura de cimento Portland, agregado e água. (MANZIONE, 2007). Esses blocos têm uma resistência mínima calculada pelo F_{ck} , para paredes externas e internas de revestimento é 4,5 MPa e o mínimo para paredes externas sem revestimento é 6,0 MPa.

(a) Blocos cerâmicos são classificados quanto à sua aplicação em vedação e estrutural, havendo diferença em vários requisitos em função do destino, especialmente quanto à sua resistência, (Figura 1 (a)).

(b) Blocos de concreto são hoje largamente utilizados no Brasil, tanto para alvenaria de vedação quanto estrutural, sua classificação é especificada na NBR 6136 (Figura 1 (b)).

Sendo divididos em quatro classes:

Classe A: com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo.

Classe B: com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Classe C: com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo, para edificações de um ou dois pavimentos.

Classe D: para alvenaria de vedação (sem contato com o solo).

Figura 01 – Bloco (a) cerâmico e (b) concreto



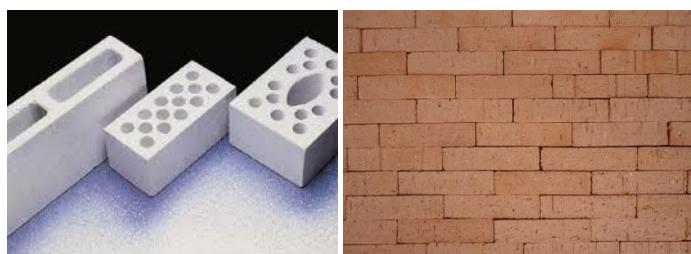
(a) (b)

Fonte: PARSEKIAM, HAMID, DRYSDALE. 2013

(a) Bloco de silício – calcário às vezes chamado de blocos de cal e areia, são fabricados a partir de mistura de cal e areia, que é prensada e submetida a processo de autoclavagem, produzindo blocos de boa uniformidade, aparência e precisão dimensional (Figura 2(a)).

(b) Blocos especiais não convencionais, na maioria chamados de blocos com junta seca, vários sistemas de blocos intertravados foram desenvolvidos ao longo dos anos, conforme Harris et al (Figura 2(c)).

Figura 2 – Bloco (a) silício e (b) especiais



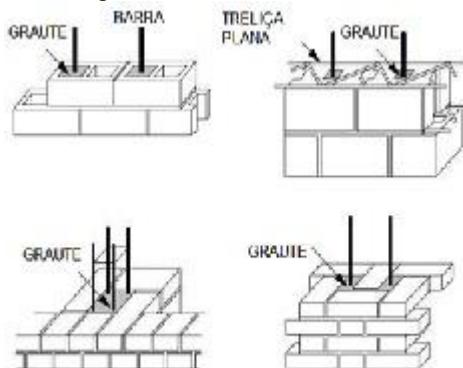
(a) (b)

Fonte: PARSEKIAM, HAMID, DRYSDALE. 2013

Argamassa é a mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditiva, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria. É usada, sobretudo no assentamento ou revestimento de alvenarias com sua resistência secundária sendo um tipo de adesivo que liga os blocos, servindo para transferir esforços entre eles e acomodar deformações do conjunto. Suas principais características são: boa trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, obtenção rápida de alguma resistência, adequada aderência para absorver esforços de cisalhamento, ser durável e baixo módulo de deformação (MANZIONE, 2007).

O graute é um micro concreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armaduras em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração (MANZIONE, 2007). Para uma obra com o custo mais econômico é mais indicado evitar o uso do graute além de requerer uma resistência duas vezes maior que a de um bloco, tendo uma função diferente de um pilar (Figura 3).

Figura 3 – Modelo de Graute



Fonte: AeC WEB / GEOFOCO

As armaduras são utilizadas verticalmente nos pontos estabelecidos pelo projeto estrutural e horizontalmente nas canaletas, vergas e contra-vergas. As barras de aço são utilizadas juntamente com o graute tendo a função de combater os esforços de tração (MANZIONE, 2007), a bitola mais utilizada é a de 10 mm para os casos de edifícios onde não ocorrem tensões de tração devido ao vento. A armadura tem função de grampo nas juntas da estrutura sendo pouco indicada por causar patologias e a distribuição de tensões e também uma mão de obra a mais, sendo desaconselhável no projeto (Figura 4).

Figura 4 – Armadura para Grautes.



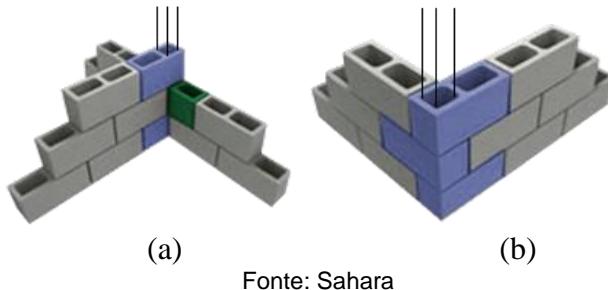
Fonte: AeC WEB / GEOFOCO

Amarração: família 29

“L” - Utilizado no encontro de duas paredes ortogonais, pelo fato do comprimento modular dos blocos ser igual ou múltiplo de 15cm (Figura 5(a)).

“T” - Nos encontros entre duas paredes continuas com uma terceira ortogonal, deve-se utilizar o bloco B44 (blocos de três módulos) para que não ocorram juntas a prumo (coincidência das juntas verticais entre fiadas) (Figura 5(b)).

Figura 5 – Exemplo de amarração em (a) T e (b) L.



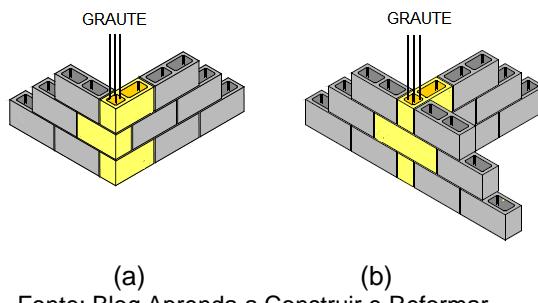
Fonte: Sahara

Amarração – família 39

“L” - Nos encontros de duas paredes ortogonais, deve-se adotar o bloco B34 para restabelecer a unidade modular de 20 cm, afetada pela largura dos blocos de 14 cm, assim não deveram ocorrer juntas a prumo (Figura 6(a)).

“T” - Nos encontros entre paredes continuas com uma terceira ortogonal, deve-se utilizar o bloco B54 para restabelecer a unidade modular de 20cm (quebrada pela largura modular dos blocos de 15cm), não deverá ocorrer juntas a prumo (Figura 6(b)).

Figura 6– Exemplo de amarração em (a) L e (b) T.



Fonte: Blog Aprenda a Construir e Reformar

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obra em estudo trata-se de um empreendimento popular denominado Residencial Clube do Sol (Figura 7) financiado pela Caixa Econômica Federal e encontra-se localizado na Rodovia BR-262, no Município de Manhuaçu – MG. É composto por 18 Blocos de 4 pavimentos contendo em cada pavimento 4 apartamentos. Os apartamentos contam com dois dormitórios, sala, cozinha, área de serviço e um banheiro, constatando um padrão geral para todos os edifícios da Caixa; sendo que este ainda está sendo executado. A obra do Residencial Clube do Sol passou por uma mudança quanto à empresa responsável pela execução do projeto. A Alfa Imóveis foi responsável pelo início das obras e por 17% do projeto até o ano de 2013, onde tiveram suas funções encerradas. A nova empresa, que preferiu não ser identificada, assumiu as obras com o engenheiro responsável.

Figura 7 - Conjunto Habitacional Residencial Clube do sol.



Fonte: Os autores (2018)

A nova construtora responsável pelas obras realizou algumas mudanças como, por exemplo, os blocos que antes eram cerâmicos e agora são blocos de concreto e a laje maciça foi trocada pela pré-moldada. Entretanto, algumas etapas do projeto que já estavam finalizadas não sofreram alterações, como as fundações.

Nos empreendimentos habitacionais, as dimensões da qualidade, de confiabilidade e conformidade são fundamentais. Buscou-se responder quais fatores devem ser analisados no processo de construção utilizando a alvenaria estrutural para empreendimentos destinados à população da baixa renda.

A alvenaria estrutural não pode ser considerada somente pelo seu comportamento; a modulação e a racionalização do projeto são essenciais em uma obra feita em alvenaria estrutural. E a presença da integração entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico das edificações que resultam na economia do custo total da obra.

Segundo o Portal da Prefeitura Municipal de Manhuaçu, o custo do projeto das 288 unidades residenciais foi estimado em R\$ 18 milhões, sendo que a parcela de ISS correspondente seria em torno de R\$ 540 mil, dos quais a construtora pagaria em torno de R\$ 240 mil de ISS para a totalidade do empreendimento, considerando a possibilidade legal de apresentar planilhas comprobatórias quanto aos investimentos em materiais que são sujeitos a isenção e também de serviços.

Em função do uso da alvenaria armada, pilares e vigas foram excluídos e, como as lajes também são pré-moldadas, os consumos de concreto, armação e fôrma diminuíram consideravelmente. O uso da alvenaria com régua aumentou o custo da mão de obra. Mas, por outro lado, eliminou a necessidade de revestimento interno. De fato, um dos grandes benefícios da alvenaria estrutural se constatou diante da possibilidade do barateamento do custo da estrutura. E, justamente por isso, apesar de limitar a personalização das unidades, o sistema se mostrou bastante atraente em produtos destinados à população de baixa renda. Dentre as vantagens do sistema construtivo face ao sistema convencional está a regularidade das medidas dos elementos, proporcionando menor desperdício de materiais e até mesmo a eliminação de serviços de chapisco (Figura 8) e fôrmulas (para execução das vigas e dos pilares).

Figura 8 – Parede sendo embolsada sem o chapisco



Fonte: Os autores (2018)

A laje escolhida foi a pré-moldada (Figura 9), que apesar de apresentar-se de fácil execução pode resultar em fissuras e trincas na alvenaria e nos revestimentos, prejudicando o desempenho e a durabilidade da estrutura, bem como comprometer o desempenho estrutural do edifício.

Figura 9 - Laje pré-moldada



Fonte: Os autores (2018)

Com base no assentamento da alvenaria em um projeto de produção que especifique com precisão a posição dos blocos, as técnicas de união entre paredes, os detalhes construtivos, posição e características dos vãos, entre outros. Uma condição essencial dada para o início de execução das fundações do edifício foi que o projeto de produção das paredes estivesse pronto e aprovado devido à dificuldade de mudanças.

Na obra estudada alguns serviços foram terceirizados o que prejudicou na compatibilização dos projetos, as instalações hidráulicas e elétricas não foram previamente compatibilizadas com o projeto estrutural, o que acarretou em cortes nos blocos estruturais, tal medida não é recomendada pelas normas vigentes. Apesar dessas desvantagens, o sistema apresentou muitos benefícios como; a limpeza vista no local evitando a diminuição de desperdício na obra e possíveis acidentes.

5 CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa realizada, conclui-se que a alvenaria estrutural apresenta um grande fator de racionalização e qualidade, o que condiz com o grande déficit habitacional. Apesar da obra do Condomínio do Sol ter passado por mudanças de gestão trazendo alguns problemas, como o atraso na entrega da obra, gastos com reparos de serviços inacabados que foram iniciados pela primeira empresa, além de custos em reparos de processos que não obtiveram um desenvolvimento necessário sendo mal elaborados. A mão-de-obra que não era especializada precisou de treinamentos, o que não acarretou prejuízos uma vez que o tempo gasto foi compensado no decorrer da realização por tratar-se de uma obra de grande porte. Quanto ao fornecimento de materiais utilizados na alvenaria estrutural, Manhuaçu possui fornecedores locais como a empresa Super Blocos, a Predalle e a Ed Blocos, sendo a última a empresa responsável pelo fornecimento dos blocos utilizados nas obras do Conjunto Habitacional Clube do Sol.

Deste modo, pode-se dizer que para as empresas e construtoras da região, o sistema em alvenaria estrutural apresenta-se como um desafio, devido à necessidade de monitoria e controle de qualidade, além da necessidade de mão de obra qualificada, pouco ofertada na região.

6 REFERÊNCIAS

AEC WEB / GEOFOCO. **Clube do concreto**. Disponível em: <http://www.grupoorguel.com.br/blog/uso-graute-na-construcao-civil>. Acesso em: 03 out. 2018.

APRENDA A CONSTRUIR E REFORMAR. **Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto**. Disponível em: <http://aprendaaconstruirereformar.blogspot.com/2012/05/alvenaria-estrutural-com-blocos-de.html>. Acesso em: 03 out. 2018.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. Primeiros passos da qualidade no canteiro de obras, segunda edição - março de 2007.

PARSEKIAN, G. A. et al. **Comportamento E Dimensionamento De Alvenaria Estrutural.** Segunda edição revista, 2013.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** São Paulo: Pini, 2003.

SAHARA. **Os blocos de concreto na história da Sahara Tecnologia.** Disponível em: <https://www.sahara.com.br/novo/informativos/blocos-de-concreto.php>. Acesso em: 03 out. 2018.