

FACULDADE GALILEU
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

HELTON LUIZ GASPAROTTI AMARAL

Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos

Botucatu
2020

HELTON LUIZ GASPAROTTI AMARAL

Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como exigência para
obtenção do título de Engenheiro Civil, no
curso Superior de Engenharia da
Faculdade Galileu.

Orientador: Prof. Diego Augusto Valverde

Botucatu

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

HELTON LUIZ GASPAROTTI AMARAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Galileu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Data de aprovação: ____/____/____

Prof.

Prof.

Resumo

Existe na sociedade um paradigma em torno da alvenaria convencional. Neste artigo, procura-se apresentar elementos do sistema de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, procurando desmistificar tal paradigma. Por meio da revisão bibliográfica sobre o tema, foi apresentada uma retomada do sistema construtivo de alvenaria estrutural e especificadas as características dos blocos cerâmicos. Por fim, foi apresentado as etapas para a execução da construção. Conclui-se que a alvenaria estrutural em blocos cerâmicos apresenta diversas vantagens à obra e ao consumidor, como o reduzido custo e tempo necessário para a construção.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, blocos cerâmicos, alvenaria convencional, sistemas construtivos, estrutura armada

1. INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento da humanidade as formas de construção se modificaram. Se na pré-história, conforme o homem deixava o nomadismo, os abrigos eram construídos com elementos naturais, com o decorrer do tempo as estruturas se tornaram cada vez mais complexas, tanto em técnicas de construção quanto em relação aos materiais utilizados. “É provável que, no Neolítico, quando o homem que na idade anterior já aprendera a lascar a pedra, e, agora sedentário, construiu suas primeiras cabanas, já tivesse alguma noção empírica sobre a resistência e a estabilidade dos materiais” (NÁPOLES NETO, 1998). Nesse período, as choupanas eram construídas em madeira e, em alguns lugares, com pedras.

Na enciclopédia britânica consta que o primeiro engenheiro reconhecido como tal era egípcio, responsável pela pirâmide de degraus em Saqqarah, em 2550 antes de Cristo. Os recursos de construção naquela época eram rudimentares, com alavancas, polias, rodas. Havia já estudos em geometria e física, o que aliado com o conhecimento prático, foi responsável por construções de grande impacto no período. O saber sobre construções continuou a se desenvolver, principalmente com a expansão dos impérios romano, persa e grego. Na Mesopotâmia, usava-se tijolo cerâmico, no Egito, pedras.

Os romanos desenvolveram novas técnicas construtivas – é de um romano o mais antigo manuscrito sobre engenharia (Vitrúvio). Foram também os romanos que descobriram que a mistura de cinzas vulcânicas se tornava sólida, produzindo um material com rigidez igual das rochas, o concreto. Com a Idade Média e o Renascimento, os estudos sobre métodos de construção se aprofundaram, e novos materiais passaram a ser utilizados, como ferro e cimento. Isso só aumentou com a Revolução Industrial, que trouxe o desenvolvimento de máquinas e novas técnicas de construção.

A alvenaria, como modo de construção que usa elementos unidos com a função de estruturação da edificação, também é datada da pré-história. Estruturas que usavam pedras unidas para realizar edificações permaneceram no decorrer da história. Unidos por diferentes tipos de argamassa (barro, betume, depois argamassas de cal, pozolana e cimento Portland), os elementos da construção podiam ser pedras ou blocos de concreto ou cerâmica. Obras muito importantes na história da

humanidade utilizaram o sistema de alvenaria estrutural, como a Muralha da China (1368 – 1644) e a Catedral de Notre Dame (1250), em Paris¹.

Apesar de muito presente na história da humanidade, as obras de alvenaria estrutural eram realizadas muito mais baseadas no conhecimento empírico do que em normas e procedimentos técnicos. As primeiras normas com procedimentos de cálculos surgiram na América do Norte e na Europa já no século XX, em 1950.

No Brasil, podemos datar o início da alvenaria estrutural no período colonial, “com o uso de pedras e tijolos de barro cru. E, a partir de 1850, surgiram os primeiros avanços na técnica construtiva utilizando tijolos de barro cozido.” (SANTOS, 1998). Mas, só em 1966 foi construído o primeiro prédio em alvenaria estrutural, com blocos de concreto, em São Paulo (PESTANA et al, 2014). Por ser uma técnica mais barata, tornou-se comum na década de 1980 para construções de conjuntos habitacionais e método de construção para baixa renda (ITALIANO, 2017).

Atualmente, a alvenaria estrutural tem sido muito usada, porque torna a obra mais rápida e mais barata. Muitos condomínios de sobrados, prédios e conjuntos comerciais tem usado esse sistema, que não é mais associado às construções para baixa renda (NETO, 2000). Contudo, é necessário atentar para o fato de que como a parede é a estrutura da construção, qualquer reforma que remova as paredes é inviável.

Apesar de muito utilizada hoje em dia, a alvenaria estrutural em blocos cerâmicos encontra muita resistência por parte dos consumidores devido ao paradigma criado em torno da alvenaria convencional, que utiliza para a estrutura das construções pilares e vigas para a sustentação do concreto armado, além de ter a função de vedação. Há, ainda, a errônea concepção de que os blocos cerâmicos teriam menor qualidade e resistência.

A alvenaria convencional possui um custo maior de produção, porque demanda mais material, mais tempo e produz mais entulho. Além disso, dada a constante quebra dos blocos (para a instalação de tubos), há a perda de materiais. Este artigo pretende apresentar as vantagens do sistema de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.

¹ Disponível em: < <https://www.cimentoitambe.com.br/o-espaco-conquistado-pela-alvenaria-estrutural/#:~:text=A%20alvenaria%20estrutural%20%C3%A9%20uma,Parthenon%20constru%C3%ADdo%20e ntre%20480%20a.>> >

2. DESENVOLVIMENTO

Alvenaria estrutural é um sistema em que as paredes são feitas por blocos 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). É um sistema de construção que não requer o uso de pilares ou vigas, já que são as paredes que desempenham o papel estrutural na edificação, distribuindo as cargas de maneira uniforme diretamente para as fundações (TAUIL; NESSE, 2010). As paredes estruturais no projeto são as responsáveis pelo suporte das cargas, enquanto que as paredes de vedação têm como função separar os ambientes. (OLIVEIRA; BATISTA, 2017).²

A alvenaria estrutural se destaca por ser um sistema de baixo custo e grande eficiência. Por ser feita apenas a parede, sem a necessidade de vigas e pilares, a execução da obra é mais rápida. Os blocos são vazados, o que facilita que a tubulação elétrica e hidráulica seja passada sem a necessidade de quebrar paredes, representando uma menor geração de entulho e de custos. A não utilização de vigas e pilares também são vantajosas, pois assim também se reduz custos e entulhos produzidos.

As construções em alvenaria estrutural podem ser em alvenaria estrutural simples, que utiliza apenas blocos e argamassa, com reforços metálicos de cintas e vergas para a amarração entre paredes, ou em alvenaria estrutural armada, com os vazados verticais que são preenchidos com graute, que envolve as barras e fios de aço, atuando como armadura convencional.

A alvenaria com estrutura armada tem sido a mais utilizada atualmente³. Pode-se utilizar blocos de concreto ou cerâmicos. Há uma diversidade nos tipos de bloco de concreto. Esse tipo de bloco foi o primeiro a receber uma NBR para o cálculo de alvenaria estrutural. A NBR 6136:2014 especifica os blocos indicados para alvenaria estrutural.

a) Bloco vazado de concreto simples: Componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.

² Destacamos a recomendação de que as paredes hidráulicas não sejam estruturais, pois a manutenção pode ficar comprometida.

³ <https://www.cimentoitambe.com.br/o-espaco-conquistado-pela-alvenaria-estrutural/#:~:text=A%20alvenaria%20estrutural%20%C3%A9%20uma,Parthenon%20constru%C3%ADdo%20entre%20480%20a.>

b) Blocos tipo canaleta: A NBR 6136 define como componentes de alvenaria vazados ou não, com conformação geométrica, criados para racionalizar a execução de vergas, contra vergas e cintas.

c) Bloco Compensador: A ABNT NBR 6136:2014 define como Componente de alvenaria destinado para ajuste de modulação. (OLIVEIRA, BATISTA, 2017).

No Brasil, os blocos de concreto são comercializados em larga escala. São constituídos por cimento Portland, agregados e água. Algumas características devem ser apresentadas pelo bloco de concreto para que tenha o desempenho correto, como bom acabamento geométrico, não apresentar trincas, ter aspecto compacto e homogêneo e formas e dimensões adequadas, além de boa aparência visual. Tudo isso com a intenção de que garanta a aderência dos revestimentos (SANTIAGO *et al*, 2018).

O uso do bloco de concreto traz uma série de vantagens para a execução da obra e para o desempenho da edificação. Apresenta melhor desempenho acústico, por construir uma parede mais pesada, sendo também mais regular geometricamente e apresentando maior aderência e resistência mecânica. O gasto com revestimento também é menor, já que pode ser revestido internamente com só uma demão. Por outro lado, o uso de blocos de concreto apresenta algumas desvantagens. Por se movimentar mais, o bloco de concreto exige mais cuidado nas juntas de dilatação (precisam ser menores). Além disso, como é mais pesado, demanda mais trabalho do transporte e dificulta a logística⁴.

Apesar do bloco de concreto ser mais resistente que o cerâmico, o primeiro oferece menos conforto térmico, e pode trazer umidade nas paredes externas, caso a pintura não for acrílica. Por outro lado, os blocos cerâmicos também trazem uma série de vantagens. Ele é mais indicado para vedação, mas pode ser também estrutural, absorve menos água e se movimenta menos (o que faz as juntas de dilatação ser maiores). Por ser mais leve que o bloco de concreto, a logística no canteiro de obras é facilitada⁵.

Tanto o bloco de concreto como o de cerâmica trazem vantagens e desvantagens para a construção. Mas o bloco cerâmico tem enfrentado resistência dos consumidores, com a falsa ideia de que apresentaria qualidade inferior ou menor

⁴ <https://cimentomaua.com.br/blog/bloco-de-concreto-versus-bloco-ceramico/>

⁵ <https://cimentomaua.com.br/blog/bloco-de-concreto-versus-bloco-ceramico/>

resistência do que o bloco de concreto. Entretanto, não é possível afirmar qual bloco é mais eficaz que o outro, porque isso depende das necessidades da construção. É preciso levar em consideração elementos como região, tipo de edificação, qualidade da mão de obra, preços, entre outros. Neste artigo, o objetivo é apresentar elementos que possam quebrar os paradigmas contrários aos blocos cerâmicos.

2.1 BLOCOS CERÂMICOS

A matéria prima dos blocos cerâmicos é a argila, material inorgânico não metálico. Vem sendo utilizado pela humanidade pelo menos desde o Império Romano (4.000 A.C), quando a argila era uma matéria prima abundante. Os materiais de argila se destacavam pela durabilidade.

A composição da argila é: sílica, variadas quantias de óxidos ferrosos e silicato de alumínio. As argilas calcárias, depois de cozidas, apresentam bloco de coloração amarela, as argilas não calcárias (com 2% a 10% de óxido ferroso e feldspato), apresentam blocos com diferentes tons de vermelho. A argila usada para a fabricação de blocos necessita apresentar plasticidade quando misturada com água, de modo “que possa ser moldada, também deve ter suficiente resistência à tração para manter o formato depois de moldada e, ainda, deve ser capaz de fundir as partículas quando queimada a altas temperaturas” (RIZATTI et al, 2011).

As propriedades físicas do bloco cerâmico são obtidas com sua queima, que ocorre a uma temperatura de 850° C. As propriedades físicas do bloco são diretamente afetadas pelo tipo de matéria prima utilizada e pelo processo de fabricação. Para a preparação da argila que dará origem ao bloco cerâmico, é preciso fazer a dosagem e mistura de argilas. A dosagem vai influenciar na boa moldagem, secagem e queima, mas também nas características do produto final, como resistência à compressão (RIZATTI et al, 2011).

No Brasil, a NBR 15270:2005 regulamenta a produção dos blocos cerâmicos, estabelecendo os procedimentos para o tratamento térmico em altas temperaturas da argila. Há dois tipos de blocos cerâmicos, o estrutural e de vedação; os estruturais comportam o peso das alvenarias além do próprio peso, já os de vedação suportam apenas o próprio peso. No caso da alvenaria estrutural, se estabelece que os blocos devem apresentar determinadas propriedades físicas, como dimensões específicas, planeza, aspectos e absorção de água.

No Brasil, os blocos cerâmicos passaram a ser usados na alvenaria estrutural no início da década de 1980 (PESTANA *et al*, 2014). O bloco cerâmico mais utilizado no Brasil é para a vedação das paredes, até porque é mais barato. Com esse tipo de bloco cerâmico, se faz necessário o uso de vigas e pilares, ou seja, é o uso do bloco cerâmico na alvenaria convencional. Para os blocos cerâmicos estruturais, a NBR 15270-2 define:

- a) Bloco Cerâmico Estrutural: Componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.
 - b) Bloco Cerâmico Estrutural de Paredes Vazadas: Componente da alvenaria estrutural com paredes vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida.
 - c) Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças: Componente da alvenaria estrutural cujas paredes externas são maciças e as internas podem ser paredes maciças ou vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida(...)
 - d) Bloco Cerâmico estrutural perfurado: Componente da alvenaria estrutural cujos vazados são distribuídos em toda a sua face de assentamento, empregado na alvenaria estrutural não armada.
- (OLIVEIRA, BATISTA, 2017).

Desse modo, conforme a NBR 15270, os blocos cerâmicos podem ser:

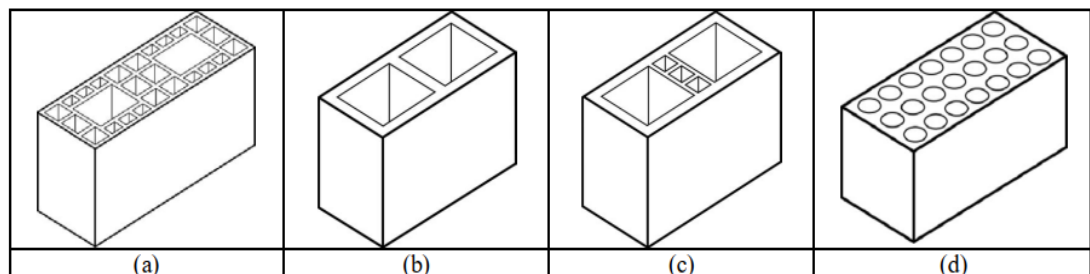


Figura 1: Blocos cerâmicos conforme NBR 15270:2005

Fonte: RIZATTI *et al* (2011).

A quantidade de furos, forma e posição influencia, durante a aplicação de carga, na “concentração de tensões no bloco que levam a alvenaria a reduzir o seu potencial resistente” (RIZATTI *et al*, 2011). É o bloco o principal elemento resistente das paredes na alvenaria estrutural, por isso seu desempenho em relação à carga determina o desempenho da resistência da alvenaria à compressão. Nesse sentido, o ramo das pesquisas em geometria dos produtos cerâmicos tem se dedicado a estudar os fenômenos internos de tensão.

Rizatti et al (2011) apresentaram o estudo realizado por Ganesan e Ramamurthy (1992), em que fizeram um estudo analítico sobre o comportamento da alvenaria. No caso do estudo, tratavam-se de blocos de concreto. De qualquer forma, consideravam a influência da geometria dos blocos, assim como as propriedades das argamassas.

Como conclusões sobre o comportamento mecânico das alvenarias, pode-se destacar que a geometria do bloco influenciou nas tensões que se desenvolveram, tanto na sua distribuição quanto na sua magnitude; a argamassa não influenciou o comportamento da alvenaria de blocos e o uso de prismas com juntas a prumo superestima a resistência da alvenaria. (RIZATTI et al, 2011).

Apesar do estudo ser sobre blocos de concreto, destacamos sua importância para mostrar como a geometria dos blocos é importante para a compreensão do desempenho dos blocos na alvenaria estrutural. Por isso, é importante que sejam feitas também investigações desse tipo em relação aos blocos de cerâmica. Por exemplo, as dimensões indicadas para blocos cerâmicos estruturais de paredes vazadas são: espessura mínima dos septos internos de 7 mm e de 8 mm no mínimo nas paredes externas de no mínimo 8 mm. Para paredes maciças, a espessura mínima deve ser de 20 mm (RIZATTI et al, 2011).

2.2 EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS CERÂMICOS

A alvenaria estrutural tem como primeira fase a marcação da primeira fiada, que serve como base para o assentamento do restante do serviço. É uma etapa que exige bastante atenção, pois qualquer pequeno erro pode comprometer a estabilidade da edificação. O escantilhão é posicionado e um fio de nylon é alongado entre os cantos das paredes (ITALIANO, 2017), conforme a figura:



Figura 2: Marcação primeira fiada

Fonte: Italiano (2017)

Depois que a primeira fiada é realizada, deve ser verificada a amarração dos blocos. Essa etapa é importante pois a concentração das tensões e transferências das cargas de uma parede e outra está no encontro entre paredes (SANTIAGO *et al*, 2018). A amarração pode ser feita em L (a), em T (b), ou em X (c), conforme figura abaixo

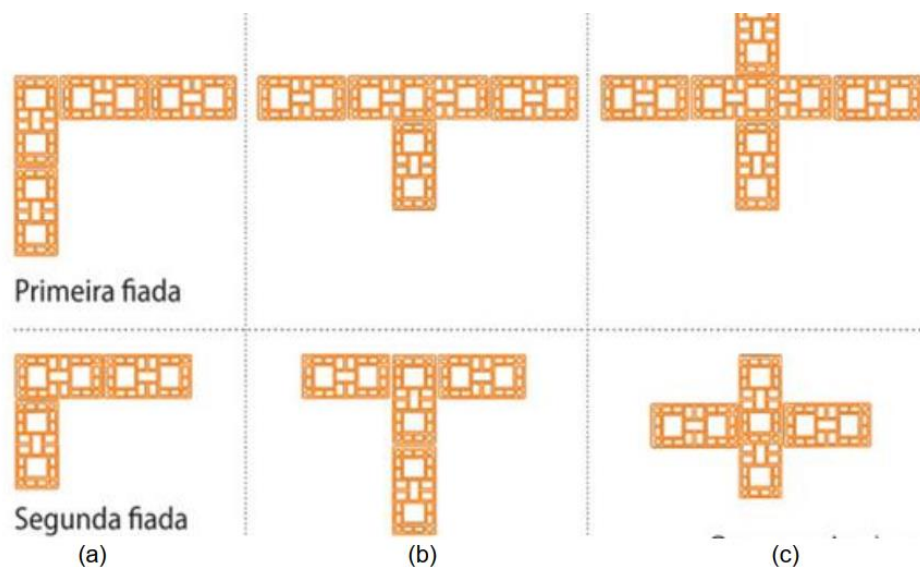


Figura 3: Tipos de amarração

Fonte: Oliveira e Batista (2017)

Depois que a primeira fiada de blocos é assentada e a amarração foi feita, inicia-se a elevação da alvenaria. Ao chegar na última fiada da elevação, utiliza-se blocos canaleta para realizar a ligação das paredes com a laje. Apesar de ser uma etapa simples, exige bastante atenção na execução para que os blocos sejam posicionados adequadamente. Recomenda-se que o eletricitista esteja sempre presente, para que atente para a proteção dos pontos dos eletrodutos (OLIVEIRA, BATISTA, 2018, ITALIANO, 2017). Para unir a alvenaria estrutural com a alvenaria de vedação, utiliza-se tela metálica ou grampo (PASTRO, 2007).

Conforme Oliveira e Batista (2018), a partir das orientações da Associação Brasileira de Cimento Portland, as etapas para a elevação da alvenaria são:

- a) Umedecer a superfície do pavimento na direção da parede para assentar os blocos da primeira fiada.
- b) Amarrar a linha e esticar com auxílio do esticador de linha no escantilhão.
- c) Na primeira fiada, colocar a argamassa com a colher de pedreiro fazendo uma abertura (sulco) para facilitar o assentamento dos blocos.
- d) Observar a amarração dos blocos dispostas no projeto (o projeto deve conter as plantas de primeira e segunda fiada).
- e) A partir da segunda fiada a argamassa deve ser colocada com a palheta nas paredes longitudinais e com a colher nas transversais.
- f) Utilizar a colher para retirar o excesso de argamassa (nunca deslocar o bloco após ser assentado).
- g) Conferir constantemente o alinhamento e prumo da alvenaria utilizando a régua-prumo-nível de madeira.
- h) Utilizar a bisnaga para preencher as juntas verticais

A NBR 15812:2010 estabelece que as juntas verticais e horizontais, no decorrer do levantamento da alvenaria, devem ser completamente preenchidas pela argamassa, e as espessuras devem ser constantes. O graute é uma argamassa de concreto de alta plasticidade, com agregados miúdos, adequados para se acomodar nos vãos da alvenaria estrutural. É usado “no interior da célula dos blocos, aumentando, assim, a área da seção do bloco dando mais resistência para o ponto da alvenaria que está grauteado, aumentando a resistência de sobrecarga em tal ponto” (PASTRO, 2007). Ainda, o prumo deve ser verificado, com o intuito de impedir excentricidades a mais no carregamento (SANTIAGO *et al*, 2018).

3. CONCLUSÃO

A alvenaria estrutural, em comparação com a alvenaria convencional, se mostra vantajosa na medida em que os custos de produção são menores, o tempo de execução da obra é menor (pode cair pela metade) e a logística no canteiro de obras mais eficiente (menos entulho no canteiro, por exemplo). A alvenaria convencional requer o uso de pilares e vigas, enquanto a alvenaria estrutural usa os próprios blocos como meio de distribuição de cargas.

A alvenaria estrutural pode ser feita com blocos de concreto ou cerâmicos. A vantagem do cerâmico em relação ao bloco de concreto é a obtenção de alta resistência à compressão sem aumento nos custos, uma vez que para aumentar a resistência dos blocos de concreto, é preciso aumentar o teor de cimento. Além disso, apesar de os blocos cerâmicos estruturais serem mais caros, são mais leves, o que além de facilitar a logística durante a obra (menos acidentes, por exemplo), também diminui a carga nas estruturas.

O paradigma que estabelece que as alvenarias convencionais são melhores é questionado a partir desse artigo, pois foi possível notar a eficiência e vantagens da alvenaria estrutural, especificamente com uso de blocos cerâmicos. Esse é um sistema construtivo mais racional, barato e mais rápido, com reduzido uso de materiais (em comparação à alvenaria convencional) - o que torna o canteiro mais limpo -, que exige apenas que a mão de obra seja qualificada para esse tipo de construção.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ITALIANO, R. S. Alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmicos estruturais e comparação com obras em alvenaria convencional. In: **Anais VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. CONBREPRO 2017 – 06 a 08 de dezembro, Ponta Grossa, Paraná, 2017.

NÁPOLES NETO, A. D. F. História das fundações. In: HACHICH, W.; FALCONI, F. F.; SAES, J. L.; FROTA, R. G. Q.; CARVALHO, C. S.; NIYAMA, S. (Org.). **Fundações: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1998.

OLIVEIRA, Q. K. H., BATISTA, T. O. Sistema construtivo em alvenaria estrutural. In: **Anais III Seminário Científico da FACIG**. 09 a 10 de novembro, Manhuaçu, Minas Gerais, 2017.

NETO, V. C. Estudo teórico e experimental da interação de paredes de alvenarias estrutural submetidas a ações verticais. São Carlos, 2000. 111p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2000.

PASTRO, R. Z. Alvenaria estrutural sistema construtivo. 2007. 47 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)** - Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

PESTANA et al. A alvenaria estrutural e seu desenvolvimento histórico: materiais e sistemas estruturais. Trabalho de conclusão de disciplina Alvenaria estrutural (Engenharia Civil) – Instituto Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

RIZZATTI, E.; ROMAN, H.R.; MOHAMAD, G.; NAKANISHI, E.Y. Tipologia de blocos cerâmicos estruturais: influência da geometria dos blocos no comportamento mecânico da alvenaria. **Revista Matéria**, vol.16 no. 2, Rio de Janeiro. Mai/Nov. 2011.

SANTIAGO, L. R., PORCINO, V. M. S., FILHO, N. R. Patologias na alvenaria estrutural de blocos de concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Vol.02 no. 3, Set., 2018.

TAUIL, C. A., NESE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010