

**ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ**

ESTUDO DOS ASPÉCTOS CONSTRUTIVOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

**Jaraguá – Go
2019**

Luciano de Carvalho Braga
Marcos José Pimenta

ESTUDO DOS ASPÉCTOS CONSTRUTIVOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Monografia apresentada à Associação
Educativa Evangélica-Faculdade
Evangélica de Jaraguá como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Me. Joaquim Orlando
Parada.

**Jaraguá – Go
2019**

Luciano de Carvalho Braga
Marcos José Pimenta

ESTUDO DOS ASPÉCTOS CONSTRUTIVOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em ____ de _____ de 201____, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Esp. Rafael Gonçalves Fagundes Pereira

Esp. Aurélio Caetano Feliciano

Me. Joaquim Orlando Parada

Jaraguá – Go
2019

ESTUDO DOS ASPÉCTOS CONSTRUTIVOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

RESUMO

Luciano de Carvalho Braga¹
Marcos José Pimenta²
Me. Joaquim Orlando Parada³

O método construtivo nacional tem avançado desde a última década. Se adequando ao cenário mundial da construção. O método convencional, com a alvenaria de vedação tem perdido espaço para as construções com paredes autoportantes, a chamada alvenaria estrutural, pois estes elementos participam da distribuição de tensões da estrutura. O processo construtivo tem demonstrado vantagens em relação ao processo tradicional pela sua rapidez de execução e a redução expressiva da utilização de materiais ambientalmente protegidos, como a madeira. Esta pesquisa tem como objeto de estudo a Alvenaria Estrutural, muito utilizado em prédios geralmente onde existem pavimentos tipo e repetições de layout. Este sistema, quando bem utilizado, pensado e gerenciado é ideal para reduzir tempo e custo da obra por ser um sistema de simples execução, porém com muitos cuidados a serem tomados no que se refere ao projeto e à execução da obra. Por ser um sistema racionalizado e de alto nível de industrialização, respeitando os projetos na obra não haverá desperdício de materiais, por exemplo, os blocos não podem ser quebrados, a argamassa geralmente vem pronta não havendo desperdício e sobras de areia, cimento, etc. a quantidade a ser usada de argamassa e graute é limitada, o graute deve ser colocado com funil e deve ficar confinado dentro da célula do bloco não havendo por onde vazar ou perder material. A consequência disso é uma obra econômica e que reduz bastante o custo para o empreendedor. Com isso, pode-se concluir que a metodologia da alvenaria estrutural, quando usada de forma correta com integração total entre as partes envolvidas e, respeitando suas restrições é um método bastante ágil, limpo e lucrativo de se construir

Palavras-chave: Construção Convencional; Alvenaria Estrutural; Blocos de concreto.

¹Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Jaraguá – E-mail: luciano.alltraj@gmail.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Jaraguá – E-mail: emanuelblank@hotmail.com

³Professor Me. orientador do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Jaraguá – E-mail: joaquim.parada@unievangelica.edu.br

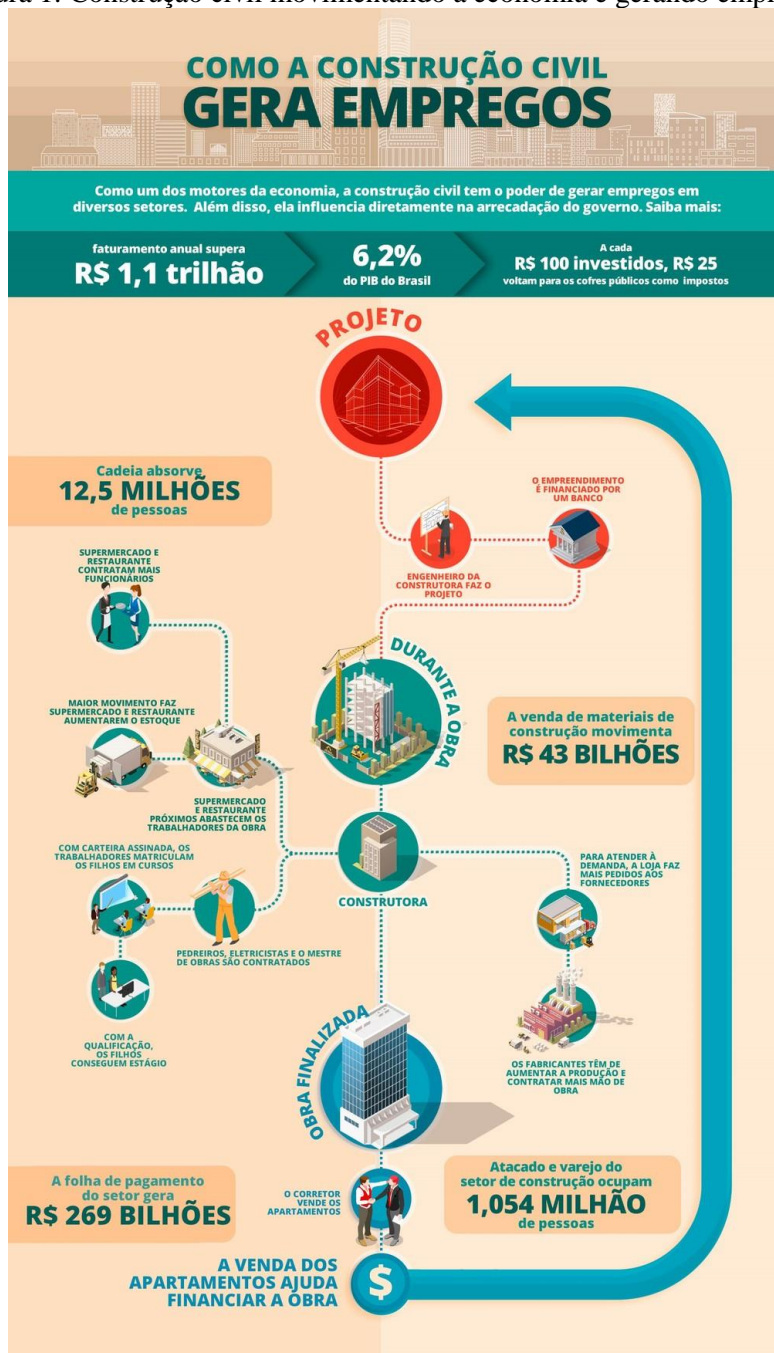
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MATERIAIS E MÉTODOS	11
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	12
3.1 Alvenaria Estrutural – Conceitos e Definições	12
3.2 Princípios Básicos	14
3.3 Gerenciamento de Projeto	17
3.4 Execução da Obra	19
3.5 Materiais constituintes da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos	23
3.5.1 Blocos cerâmicos	23
3.5.2 Argamassa	24
3.5.3 Graute	24
3.5.4 Pré moldados	24
3.5.5 Projeto e Modulação	25
3.5.6 Controle de qualidade	27
3.5.7 BIM (Building Information Modeling)	28
3.6 Patologia	28
3.7 Viabilidade e Obstáculos da Alvenaria Estrutural em Empreendimentos	30
3.7.1 Avanços da Alvenaria Estrutural em Relação à Alvenaria Comum	31
4 CONCLUSÃO	33
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

A construção civil movimentava a economia e gera empregos (Figura 1). De acordo com o IBGE, o setor movimentava 6,2% do PIB nacional. São mais de 12,5 milhões de postos de trabalho diretos, indiretos e informais. Dessa forma, a construção civil é um instrumento do desenvolvimento da economia brasileira.

Figura 1: Construção civil movimentando a economia e gerando empregos.



Fonte: O Globo (2019).

Como todo ramo da economia, o setor lida com a escassez de recursos e com o impacto ambiental da exploração e produção dos insumos utilizados no canteiro de

obras, a escassez de recursos pode ser contornada pela escolha competente de projetos que otimizem a quantidade e o tempo de construção do empreendimento, o método construtivo nacional tem avançado desde a última década. Se adequando ao cenário mundial da construção. O método convencional, com a alvenaria de vedação tem perdido espaço para as construções com paredes autoportantes, a chamada alvenaria estrutural, pois estes elementos participam da distribuição de tensões da estrutura. O processo construtivo tem demonstrado vantagens em relação ao processo tradicional pela sua rapidez de execução e a redução expressiva da utilização de materiais ambientalmente protegidos, como a madeira.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo a Alvenaria Estrutural, muito utilizado em prédios geralmente onde existem pavimentos tipo e repetições de layout. Este sistema, quando bem utilizado, pensado e gerenciado é ideal para reduzir tempo e custo da obra por ser um sistema de simples execução, porém com muitos cuidados a serem tomados no que se refere ao projeto e à execução da obra.

O termo “Alvenaria Estrutural” consiste basicamente na utilização de materiais (no nosso caso blocos) dispostos uns sobre os outros unidos com argamassa e encaixe dos mesmos, formando um conjunto coeso e rígido, fazendo assim com que gere uma estrutura resistente e principalmente rígida o suficiente para suportar tal solicitação de cargas (PASTRO, 2007).

Esse tipo de construção, contudo, descende de uma idéia anterior. Existem obras executadas no passado com o mesmo conceito que usa-se em tempos atuais, é claro que no passado as obras eram mais rudimentares, como exemplo a Pirâmide de Qeóps no Egito (PASTRO, 2007). Como relato que comprova tal afirmação encontra-se a seguinte afirmação em Alves (2005), vários povos entre eles os persas e os assírios utilizavam desde 10.000 A.C. tijolos de adobe, e a partir de 3.000 A.C. tijolos secos ao forno.

Historiadores afirmam que romanos egípcios e gregos utilizavam em suas construções a pedra, enquanto que outros povos, por não possuírem este material natural, recorriam ao artificial, no caso aos tijolos, que historicamente são considerados materiais de substituição. Dentre essas obras marcantes cita-se: as pirâmides do Egito, o Farol de Alexandria, o Coliseu em Roma, que desafiaram o tempo provando a eficiência destas técnicas construtivas.

Construído no final do século XIX, o edifício Monadnock exemplifica um exemplo mais recente e pioneiro em Alvenaria Estrutural. Este está localizado na cidade de Chicago, tendo sido construído entre 1889 e 1891 com 16 pavimentos, altura de 65 m e as paredes interiores possuindo 1,80 m de espessura, representando um marco para sua época e significando o apogeu do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

A alvenaria é um sistema construtivo que utiliza peças industrializadas de dimensões e peso que as fazem manuseáveis, ligadas por argamassa, tornando o conjunto monolítico (KALIL, 2019). Ainda segundo o autor, estas peças industrializadas podem ser moldadas em cerâmica, concreto e sílico-calcáreo.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional que data a milhões de anos. Em tempos antigos o homem empregava blocos de rocha como os elementos de suas construções de alvenaria, entretanto, em 4.000 a.C. surgia a argila que possibilitava a confecção de tijolos. A partir deste momento o sistema construtivo passa a ser, inicialmente, um simples empilhamento de unidades, tijolos ou blocos.

Ainda no mesmo relato, os vãos destas construções eram preenchidos com peças auxiliares, como vigas de madeira ou pedra. Ao passar do tempo, foi descoberta uma alternativa para a execução dos vãos: os arcos. Estes seriam obtidos através do arranjo

entre as unidades. Assim foram executadas pontes e outras obras de grande beleza, obtendo maior qualidade à alvenaria estrutural. Como exemplo dessa evolução tem-se a parte superior da Igreja de Notre Dame, em Paris.

Figura 1: Parte superior da Igreja Notre Dame, Paris, França.



Fonte: depositphotos, 2017.

Pastro (2007) relata que ao longo dos séculos obras importantes foram executadas em alvenaria estrutural, tais como o Parthenon, na Grécia, construído entre 480 a.C. e 323 a.C. e a Muralha da China, construída no período de 1368 a 1644. Isto porque, até o final do século XIX a alvenaria predominou como material estrutural, porém devido à falta de estudos e de pesquisas na área, não se tinha conhecimento de técnicas de racionalização.

As teorias de cálculos eram feitas de forma empírica, com isso não se tinha plena garantia da segurança da estrutura, forçando um super dimensionamento das mesmas. Em 1950 surgiram códigos de obras e normas com procedimentos de cálculo na Europa e América do Norte, acarretando em um crescimento marcante da alvenaria estrutural em todo mundo. No Brasil em 1966 foram construídos os primeiros prédios em alvenaria estrutural, com 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”.

É estimado que no Brasil, entre 1964 e 1966, tenham sido executados mais de dois milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural. A alvenaria estrutural atingiu o auge no Brasil na década de 80, disseminada com a construção dos conjuntos habitacionais, onde ficou tida como um sistema para baixa renda. Devido ao seu grande potencial de redução de custos, diversas construtoras e produtoras de blocos investiram nessa tecnologia para torná-la mais vantajosa.

Contudo a inexperiência por parte dos profissionais dificultou sua aplicação com vantagens e causou várias patologias nesse tipo de edificação, fazendo com que o processo da alvenaria estrutural desacelerasse novamente. Apesar disso, as vantagens econômicas proporcionadas pela alvenaria estrutural em relação ao sistema construtivo convencional incentivaram algumas construtoras a continuarem no sistema e buscarem soluções para os problemas patológicos observados.

Atualmente, no Brasil, com a abertura de novas fábricas de materiais assim como o desenvolvimento de pesquisas com a parceria de empresas do ramo (cerâmicas,

concreteiras, etc.) fazem com que a cada dia mais construtores utilizem e se interessem pelo sistema.

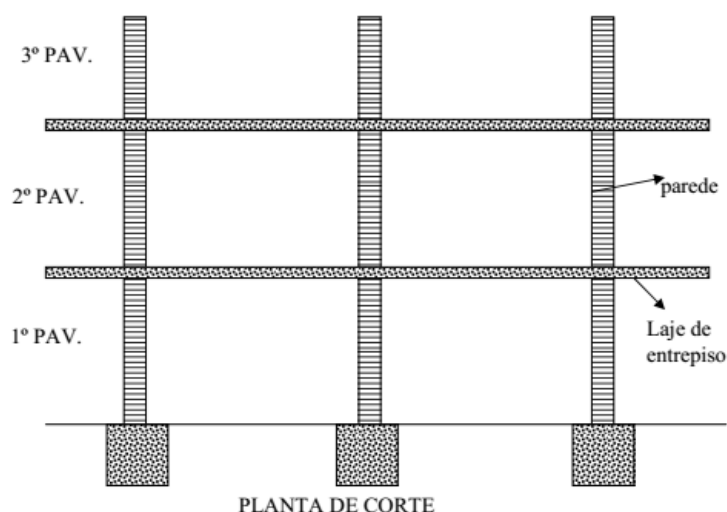
Pode-se definir que neste tipo de estrutura, a alvenaria tem a finalidade de resistir ao carregamento da edificação, tendo as paredes função resistente. A remoção de qualquer parede fica sujeita a análise e execução de reforços. Atente-se a dupla função das paredes: resistência e vedação. As lajes da edificação normalmente são em concreto armado ou protendido, podendo ser moldadas no local ou pré-fabricada.

Para que se tenha um bom projeto a Alvenaria Estrutural não pode ser vista meramente como um conjunto de paredes superpostas, resistindo o seu peso próprio e outras cargas adicionais. Deve ser compreendida como um processo construtivo racionalizado, projetado, calculado e construído em conformidade com as normas pertinentes, visando funcionalidade com segurança e economia.

No processo criativo de uma edificação em alvenaria estrutural é fundamental a perfeita integração entre Arquiteto e Engenheiro Estruturista, objetivando a obtenção de uma estrutura economicamente competente para suportar todos os esforços previstos sem prejuízo das demais funções: compartimentação, vedação, isolamento termo acústico, instalações hidráulicas, elétricas, telefônicas e ter função estética.

A concepção estrutural pode ser facilitada se alguns aspectos forem observados: forma; distribuição das paredes resistentes; lajes. Um projeto arquitetônico em alvenaria, portanto será mais econômico na medida em que for mais repetitivo e tiver paredes coincidentes nos diversos pavimentos, dispensando elementos auxiliares ou estrutura de transição.

Figura 2: Planta de Corte.



Fonte: Kalil, 2019.

A capacidade portante (tensão admissível) da alvenaria deve estar bem definida. Esta determinação pode ser feita em laboratório ou apenas estimada sempre baseada em ensaios já elaborados e de acordo com o material utilizado.

Para se obter uma boa alvenaria, é necessário controlar não apenas o tijolo ou bloco, mas também a argamassa utilizada. A execução da alvenaria portante também deve ser controlada, pois a espessura das juntas, o prumo das paredes e sua altura também modificam a sua capacidade resistente.

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

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

As maiores desvantagens da alvenaria estrutural são:

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

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

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

Tais vantagens só serão alcançadas através da elaboração e coordenação de projetos bem estudados, da utilização de materiais e mão-de obra qualificada e da correta organização e planejamento da obra.

A alvenaria estrutural não permite as improvisações que são comumente praticadas nas construções convencionais (compensações de prumo, alinhamento, esquadro e planicidade, efetuadas na fase de acabamento), que acabam por encarecer o custo da obra (ROMAN, 2019).

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

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto consistiu em um estudo com dados primários e secundários, pois foram realizadas pesquisas em revistas, livros, artigos científicos e sites relacionados ao tema apresentado no corpo do trabalho.

Inicialmente foi realizada leituras das informações dos temas e a partir desta etapa, procurou-se criar um texto com caráter informativo, num formato que possibilite uma discussão comparativa entre o método convencional e a alvenaria estrutural.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Alvenaria Estrutural – Conceitos e Definições

A partir de dados técnicos e indicadores econômicos realizou-se um comparativo entre o método convencional e a alvenaria estrutural.

O termo Alvenaria refere-se à construção de estruturas e de paredes utilizando unidades unidas entre si ligadas ou não por argamassa. Estas unidades podem ser blocos de cerâmica, de vidro, de concreto, pedras, tijolos etc.

O Dicionário Online de Português define alvenaria como sendo:

Construção. Ofício de um pedreiro. Material com o qual são construídas paredes, muros etc.; geralmente, refere-se às pedras que não foram lavradas. Obra executada com tijolos, pedras brutas, cantaria etc., unidos por meio de argamassa, cimento, gesso etc.: a casa é de alvenaria. Qualquer produto ou obra que tenha sido construída com tijolos, pedra e cal. Procedimento utilizado para construir essas obras.

Segundo Machado (2015), as técnicas construtivas adequadas à Alvenaria Estrutural ainda necessita de informação. Fato que, segundo Navarini (2010) deve-se à preferência do uso de concreto armado por muitos profissionais e construtores, embora segundo Cardoso (2016) também relate a sua preferência para construções de baixa e média altura no Brasil.

Nas últimas décadas os estudiosos da área brasileiros vêm relatando a criação de novos centros de pesquisa e ampliação de normas para fins de controle, produção e execução de obras em Alvenaria Estrutural.

Cardoso (2016) define a Alvenaria Estrutural como um sistema construtivo racionalizado. Neste, a função estrutural é pertinente da própria alvenaria, não havendo, portanto, a presença de pilares ou vigas, presentes no sistema de concreto armado. As paredes, chamadas estruturais, distribuem a carga uniformemente ao longo da fundação.

Ramalho & Corrêa (2003, pág. 1):

Na alvenaria o principal conceito estrutural é a transmissão de ações através de tensões de compressão. Já as tensões de tração devem estar restritas a alguns elementos e não devem apresentar valores elevados.

A vedação e a sustentação (estrutura) de um prédio são dois papéis distintos, porém, na alvenaria estrutural, usa-se apenas um elemento que faz o papel de dois. Em uma construção no sistema convencional são usados dois elementos, vigas e pilares para estrutura e alvenaria para vedação, este é um fator muito considerável no que diz respeito à racionalização. Não tendo que usar vigas e pilares, consegue-se reduzir ou até eliminar alguns itens da obra, como por exemplo, madeira para caixaria, o aço, pois é usado apenas em alguns pontos da alvenaria estrutural, o concreto é bem reduzido também, e outro item que é um dos mais preciosos que conseguimos reduzir, é o tempo e a mão-de-obra especializada em carpintaria e em corte, dobra e montagem de armações (PASTRO, 2007).

Em alguns casos não é aplicado nenhum tipo de revestimento no prédio, ou seja, a alvenaria fica com seus blocos aparentes. Sendo assim, o fabricante dos blocos além de ter o cuidado com a resistência, tem que ter o cuidado de fazer um bom acabamento.

Além disso, dispensa-se qualquer tipo de revestimento sobre este bloco; no caso de revestir a alvenaria com reboco, gesso ou outro material, o gasto com tal material também é muito reduzido, pois não pode haver buracos na alvenaria, ela tem que estar obrigatoriamente em prumo, alinhada e sem imperfeições, ou seja, o revestimento gasto em cima de uma parede deste tipo é mínimo (PASTRO, 2007).

Na alvenaria estrutural é como brincar de encaixar peças, com diversos tamanhos e formatos, não podendo quebrar ou alterar a forma das mesmas. Sendo assim, os blocos são exatamente contados para executar tal obra, não podendo quebrá-los. O único desperdício provável pode ser no transporte ou no manuseio do mesmo e, assim, não tendo perdas cortes ou rearranjos, é um fator que também contribui para a obra ser racionalizada.

Por ser um sistema racionalizado e de alto nível de industrialização, respeitando os projetos na obra não haverá desperdício de materiais, os blocos não podem ser quebrados, a argamassa geralmente vem pronta não havendo desperdício e sobras de areia, cimento, etc., a quantidade a ser usada de argamassa e graute é limitada, o graute deve ser colocado com funil e deve ficar confinado dentro da célula do bloco não havendo por onde vazarem ou perder material. A consequência disso é uma obra econômica e que reduz bastante o custo para o empreendedor.

Segundo Roman (2019, pág. 5):

A racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo aperfeiçoar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

Para atingir o efeito desejado, as medidas de racionalização devem ser adotadas inicialmente na etapa de projetos. O projeto funcionando como idealizador do empreendimento, apresenta as condições ideais para a implementação da estratégia construtiva, pois tem o potencial de agregar todos os condicionantes do processo produtivo.

Para que as vantagens da alvenaria estrutural possam ser maximizadas, é importante que haja uma coordenação geral dos projetos (fundação, estrutura, arquitetura, instalações e paisagismo). É na fase de concepção destes projetos que deverão ser indicadas as medidas de racionalização e de controle de qualidade, que permitirão a execução planejada e eficiente da obra.

A qualificação da mão-de-obra através de treinamentos, o controle dos materiais e a organização da produção são também importantes medidas racionalizadoras do processo. A organização do processo produtivo racionalizado implica, entre outras coisas, na eliminação de interferências, na simplificação das seqüências executivas, no atendimento ao planejamento e na utilização de equipamentos e componentes que venham a simplificar o trabalho (ROMAN, 2019).

Algumas medidas racionalizadoras têm sido frequentemente utilizadas nas construções em alvenaria estrutural, podendo-se citar a modulação do projeto, a utilização de soluções de embutimento de instalações elétricas e hidráulicas que dispensam o “quebra-quebra”, e a utilização de componentes pré-fabricados para resolução dos demais subsistemas que interagem com a alvenaria.

O projeto racionalizado deve estabelecer uma visão global do empreendimento, onde todas as soluções construtivas dos diversos subsistemas estejam integradas, permitindo a compatibilização entre as diversas interfaces que compõem o projeto. A

boa construtibilidade aliada ao bom planejamento permitirá o alcance de bons índices de custo e qualidade.

3.2 Princípios Básicos

Na alvenaria estrutural as paredes funcionam como os elementos estruturais da edificação. A estabilidade do conjunto dependerá do correto arranjo espacial das paredes, que deverão resistir às cargas verticais (peso próprio e cargas de ocupação) e às cargas laterais (ação do vento, empuxo da terra, etc.), sendo que as laterais deverão ser absorvidas pelas lajes e transmitidas às paredes estruturais paralelas à direção do esforço lateral (ALVES *et al.*, 2005).

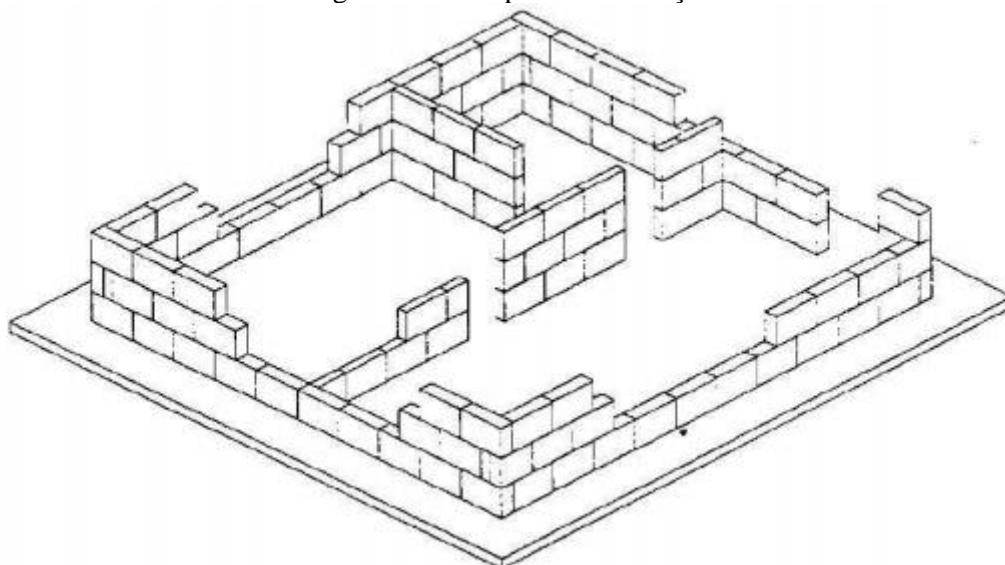
Uma parede de alvenaria pode suportar pesadas cargas verticais e horizontais paralela ao seu plano, mas é comparativamente fraca às cargas horizontais que atuam perpendicularmente ao seu plano. O grande desafio do projetista é, portanto, minimizar as tensões de tração que possam vir a aparecer.

Com este propósito, Roman (2019) cita os seguintes procedimentos que podem ser adotados:

- Troca da forma das paredes;
- Arranjo apropriado (distribuição uniforme) das paredes, buscando uma distribuição homogênea das cargas verticais;
- O arranjo deve ser pensado de maneira que as paredes sejam dispostas sempre em duas direções, para que se estabilizem e se enrijeçam mutuamente, anulando os esforços horizontais;
- Utilização das lajes para aplicação das cargas verticais nas paredes, amarração da estrutura e distribuição das cargas horizontais (a laje deve funcionar como um diafragma rígido);
- Utilização de escadas, poços de elevadores e de condução de dutos para obtenção de rigidez lateral;
- Utilização de plantas simétricas, com peças de dimensões não muito grandes;
- Repetição do mesmo arranjo arquitetônico em todos os pavimentos, sobrepondo elementos sujeitos à compressão.

Para projetar um edifício em alvenaria estrutural é necessário um estudo de modulação juntamente com o projeto arquitetônico. Esta modulação consiste em “encaixar” os blocos uns nos outros respeitando todas as amarrações, formando um prisma (Figura 3).

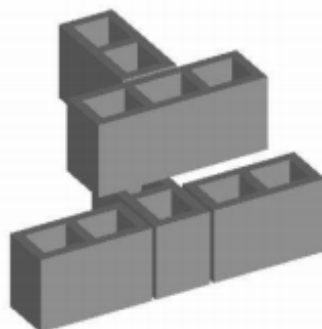
Figura 3 – Exemplo de modulação



Fonte: Pastro, 2007.

Evitando ao máximo os arranjos e emendas, tendo pouca variação de medida dos blocos, ou seja, usando sempre blocos de medidas iguais em um projeto é um passo muito bom para a funcionalidade da obra, mas, em último caso, existem blocos especiais com medidas para complementos. Naturalmente esta edificação ficará com medidas múltiplas das medidas dos blocos escolhidos. Porém, cuidados especiais devem ser tomados em cantos e encontros de paredes (Figura 4,5 e 6).

Figura 4 – Amarração em "T".



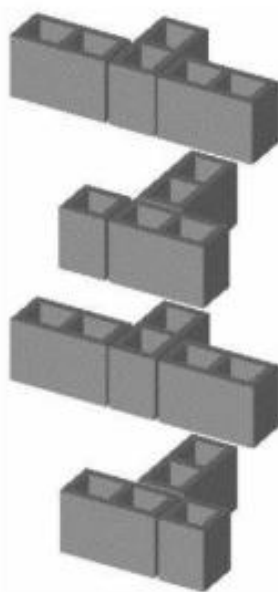
Fonte: Pastro, 2007.

Figura 5 – Amarração em canto.



Fonte: Pastro, 2007.

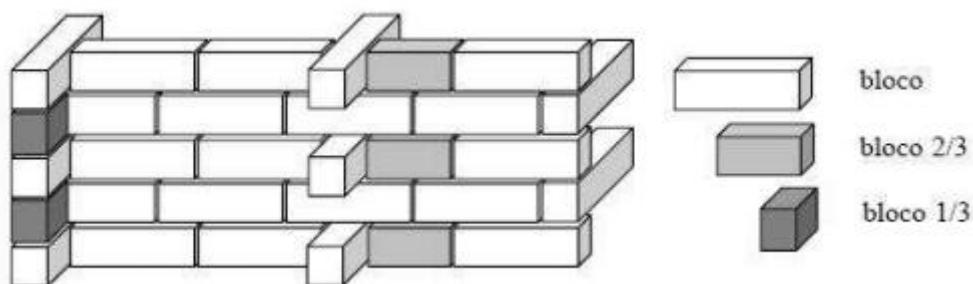
Figura 6 – Amarração em “T”.



Fonte: Pastro, 2007.

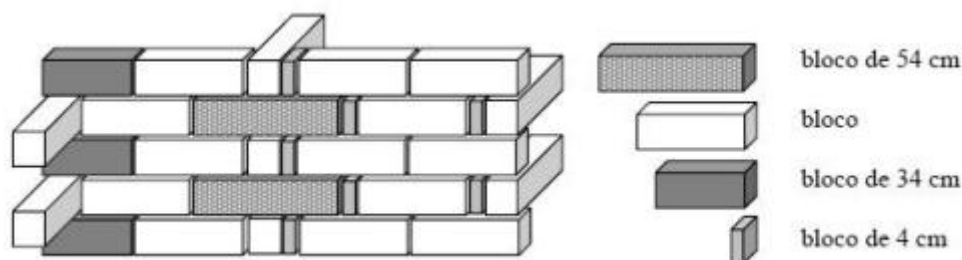
No caso de precisar usar blocos ou preenchimentos com medidas especiais existem os blocos apropriados para a ocasião (Figura 7 e 8).

Figura 9 – Blocos Especiais I



Fonte: Pastro, 2007.

Figura 10 – Blocos Especiais II.



Fonte: Pastro, 2007.

Feita a modulação exata com todos os blocos e paredes desenhados, parte-se para a próxima etapa que é de inserir os pontos de graute no projeto. Diferente do que se acredita os grautes não são elementos que substituem pilares, eles são apenas componentes do sistema que serve para dar solidarização à estrutura (CAMACHO, 2007).

O graute consiste em um concreto bem fluido e com agregados de pequena dimensão, na maioria das vezes com armação em seu interior para suprir necessidades de solicitações de esforços. Feito isso, o calculista da estrutura faz todos os cálculos e considerações conforme a norma brasileira NBR 10837 (ABNT, 1989), solicitações de esforços, comportamento da estrutura, rigidez, estabilidade etc. deixando, assim, o projeto de alvenaria estrutural pronto (CAMACHO, 2007).

Pelo sistema ser um sistema econômico, precisa-se projetar pensando nisso, pois quando o layout do projeto fica bem distribuído e há mais aproveitamento das paredes, a obra fica mais econômica, ou seja, quanto menos paredes, menor será o custo da obra, e para isso tem-se que pensar neste detalhe na fase de concepção do projeto.

Não se deve esquecer que, além dos projetos arquitetônicos e estruturais, têm-se também os complementares como o de instalações hidráulicas, instalações elétricas, bombeiro, ar condicionado, entre outros. Para termos uma obra bem sucedida e racionalizada, estes projetos bem planejados têm que se unir um respeitando o espaço e objetivo do outro como se eles conversassem entre si (PASTRO, 2007).

Como na alvenaria estrutural não se pode ter cortes nas paredes, as instalações, na maioria das vezes, são feitas por dentro das células vazias dos blocos ou na parte externa da alvenaria, em shafts etc. Em suma, a intenção de um bom gerenciamento da obra é fazer todos os segmentos de cada peça da obra se integrar, gerando um produto final satisfatório e com objetivo alcançado.

3.3 Gerenciamento de projeto

Um bom sistema construtivo, junto com bons projetistas e bons construtores, não são suficientes se não houver uma boa gestão da obra. O papel do gerenciador da obra é fazer com que cada pessoa, seja operacional ou projetista, saiba dos intuítos e objetivos de tal obra, compartilhando sempre informações com cada elemento produtivo. Se não há informação ou alguma peça da obra o sistema se complica.

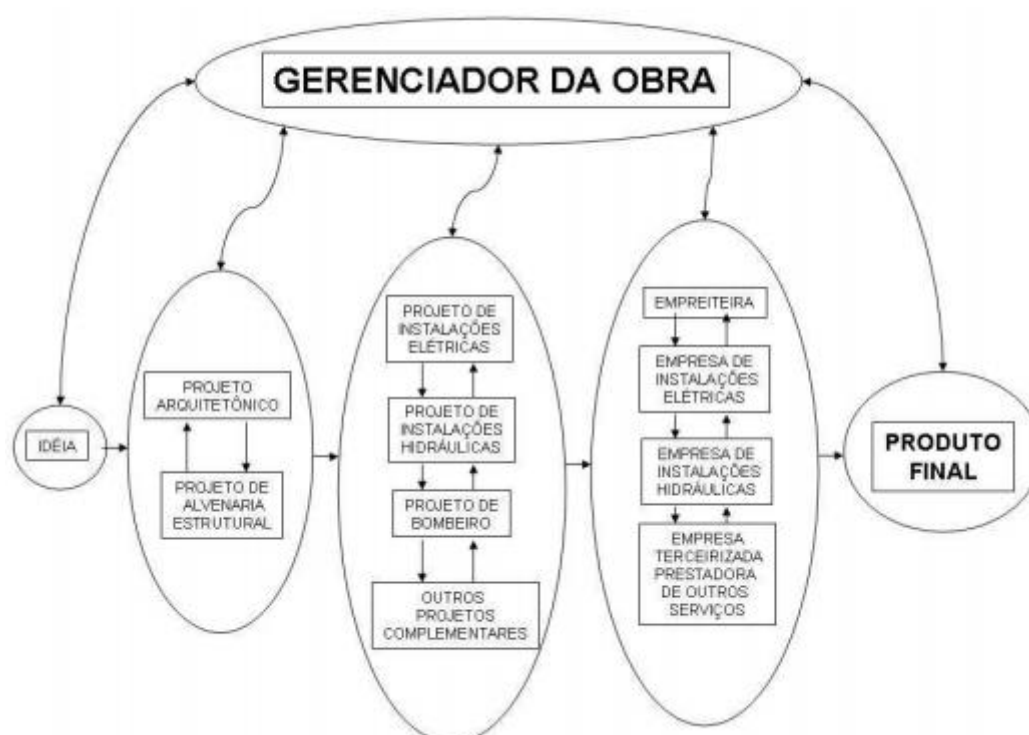
Por exemplo, se um projetista de instalações elétricas não tiver em mãos o projeto arquitetônico e estrutural, ele não conseguirá produzir seu projeto de instalações elétricas. Se ele não fizer reuniões para definir cargas, equipamentos e tudo o que ele precisa saber sobre o segmento dele, esta obra certamente não terá sucesso.

Pastro (2007) cita que existem 5 fatores que são essenciais para o bom andamento da execução da obra, e eles têm que estar muito bem planejados e integrados entre si:

- Projetos;
- Tecnologia;
- Suprimentos;
- Organização da Produção;
- Gestão da Mão-de-Obra.

É para isso que cada obra precisa ter o gerenciador da mesma, para unir cada peça da obra e fazer com que “falem a mesma língua”, como mostra o fluxograma na Figura 11.

Figura 11 – Fluxograma de gerenciamento de obra.



Fonte: PASTRO, 2007.

O Engenheiro, gerente de obra, geralmente não é especialista em algum segmento da construção, mas ele precisa entender um pouco de cada assunto, para saber etapas certas, uniões certas, contratações certas etc. Compete a ele também vistoriar serviços prestados por empresas terceiras, analisar e testar qualidade de materiais, unir serviços como produção de alvenaria com instalações elétricas e hidráulicas e outras instalações, conhecer fornecedores e seus produtos etc.

Por tudo isso é tão importante o gerenciador em obras de alvenaria estrutural, pois pelo sistema ser tão atraente no ponto de racionalização e economia, conseqüentemente o sistema é delicado e com bastantes cuidados a serem tomados, e isso cabe ao gerente da obra.

3.4 Execução da obra

Depois da fundação pronta seja qual for, radier, vigas baldrame, sapatas corrida etc. deve-se demarcar a obra com a primeira fiada de blocos. Toda a alvenaria tem que estar em seu devido eixo, e principalmente esquadro e nível nesta etapa, pois este esquadro e nível contribuem bastante com a qualidade do prisma. Todos os blocos devem ser dispostos exatamente como se encontra no projeto de modulação (PASTRO, 2007).

A primeira fiada de blocos é exatamente a base do graute, por isso tem-se que tomar um cuidado especial com a superfície onde receberá o ponto de graute, pois é um ponto muito propício a acumular massa de assentamento conforme Figura 12 (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2003).

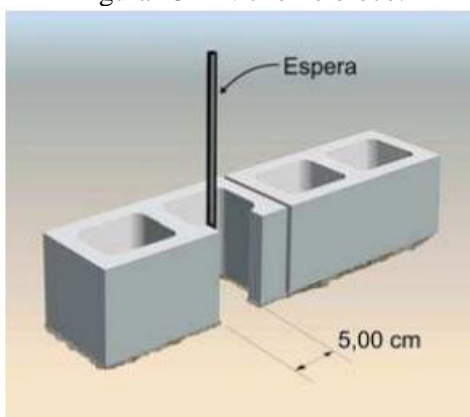
Figura 12 – Assentamento de bloco.



Fonte: ABCP, 2003.

Por este motivo precisa-se abrir um nicho com aproximadamente 5 cm no bloco onde será feito o graute e limpar a superfície, retirando excesso de argamassa de assentamento e aplicando água para uma boa aderência do graute, conforme Figura 13. Sabe-se, logicamente, que na alvenaria estrutural não se pode, de forma alguma, danificar ou abrir buracos nos blocos, mas este é um ponto especial onde o próprio graute enrijece no ponto onde foi cortada a alvenaria (ABCP, 2003).

Figura 13 – Nicho no bloco.



Fonte: ABCP, 2003.

Nas demais fiadas deve-se tomar sempre o cuidado com nível, esquadros e principalmente prumo, para que se mantenha rígido e na sua forma projetada. Assim, tem-se que contar com a ajuda de réguas e níveis, podendo ser nível de bolha, mangueira de nível, nível a laser, não importa, o importante é garantir a integridade da qualidade dos serviços (Figura 14) (ABCP, 2003).

Os cantos e encontros de paredes também merecem atenção especial, pois são pontos onde são grauteados e são lugares onde se encontram duas, três ou quatro rumos de parede, e com isso elas têm que se encontrar e encaixar uma na outra, de acordo com a modulação proposta. O mais recomendado é usar o escantilhão para a garantia de prumo, alinhamento e nível da alvenaria a ser executada (Figura 15) (ABCP, 2003).

Figura 14 – Assentamento de bloco.



Fonte: ABCP, 2003.

Figura 15 – Escantilhão.



(fonte: ABCP, 2003).

A argamassa de assentamento pode ser aplicada de duas formas, uma apenas no sentido longitudinal do bloco e a outra no sentido longitudinal e transversal do bloco. Segundo fontes da ABCP, estudos feitos anteriormente indicam que existe uma redução

de 20% na resistência à compressão de uma parede assentada apenas com argamassa no sentido longitudinal comparado a uma parede assentada com argamassa nos dois sentidos, longitudinal e transversal, conforme Figuras 16 (ABCP, 2003).

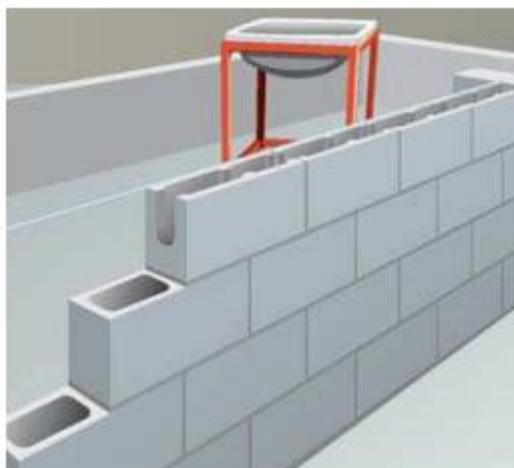
Figura 16 – Assentamento de bloco



Fonte: ABCP, 2003.

Um elemento que faz parte da responsabilidade de manter o prisma rígido e com estabilidade além do graute são as canaletas “U” (Figura 18) que servem de cintas geralmente nos respaldos e servem de vergas e contra vergas para portas e janelas. Quando usadas como vergas e contra vergas elas têm a função de, além de evitar as trincas diagonais em volta das esquadrias, a de enrijecer a estrutura do prisma, pois onde há esquadrias não há área de alvenaria, ficando um ponto sem estrutura. Existe, também, a canaleta “J” que serve para ancorar a cinta de respaldo da parede com a laje (ABCP, 2003).

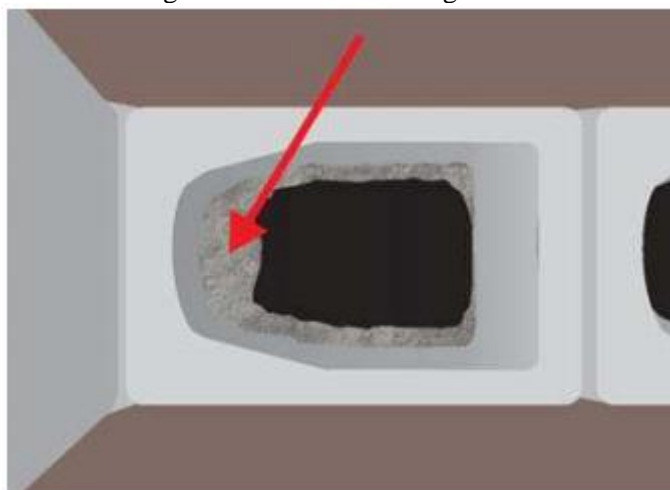
Figura 18 – Canaleta.



Fonte: ABCP, 2003.

Para executar o grauteamento devem-se tomar alguns cuidados, como dito anteriormente, isto é, deve-se abrir um nicho no bloco da primeira fiada para limpeza da área aderente, e, também, um cuidado especial com a argamassa de assentamento para que esta não se misture com dois tipos de material diferentes. A célula onde será grauteada tem que estar limpa e livre de qualquer coisa que possa ocupar o lugar do graute (Figura 20). Esta limpeza é recomendada a ser feita no máximo a cada 6 fiadas, para conseguir ter acesso à sujeira (ABCP, 2003).

Figura 20 – Excesso de argamassa.



Fonte: ABCP, 2003.

Feita a limpeza, o graute é colocado no interior da célula com a ajuda de um funil para evitar desperdícios e que algum material externo se misture (Figura 21) (ABCP, 2003).

Figura 21 – Graute



Fonte: ABCP, 2003.

Para todos os procedimentos de execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto existe a norma brasileira NBR 8798. Rio de Janeiro, 1985. Não são suficientes ótimos projetos, materiais excelentes, equipamentos e tecnologias de última geração se não houver mão de obra especializada.

Por isso há um cuidado especial a ser tomado com relação à mão de obra, por exemplo, uma equipe que está acostumada a construir obras no sistema convencional com vigas e pilares, certamente não é a equipe ideal para fazer alvenaria estrutural, a não ser que ela passe por um treinamento que a deixe preparada e com toda experiência necessária para execução de alvenaria estrutural com seus detalhes e particularidades.

Geralmente as equipes que se especializam em alvenaria estrutural são as equipes que sempre trabalharam com alvenaria seja estrutural ou vedação, os tradicionais “bloqueiros”, eles tem mais facilidade no aprendizado do sistema, pois o ritmo de trabalho é familiar.

3.5 Materiais constituintes da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos

3.5.1 Blocos cerâmicos

O bloco cerâmico, segundo a NBR 7171/83 é definido como sendo um componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm. Define também que blocos portantes são unidades vazadas com furos na vertical, perpendiculares à face de assentamento, e são classificados de acordo com sua resistência à compressão.

A qualidade das unidades cerâmicas está intimamente relacionada à qualidade das argilas empregadas na fabricação e também ao processo de produção. Podem-se obter unidades de baixíssima resistência (0,1Mpa) até de alta resistência (70Mpa). Devido a isto, torna-se imprescindível a realização de ensaios de caracterização das unidades (ROMAN, 2019).

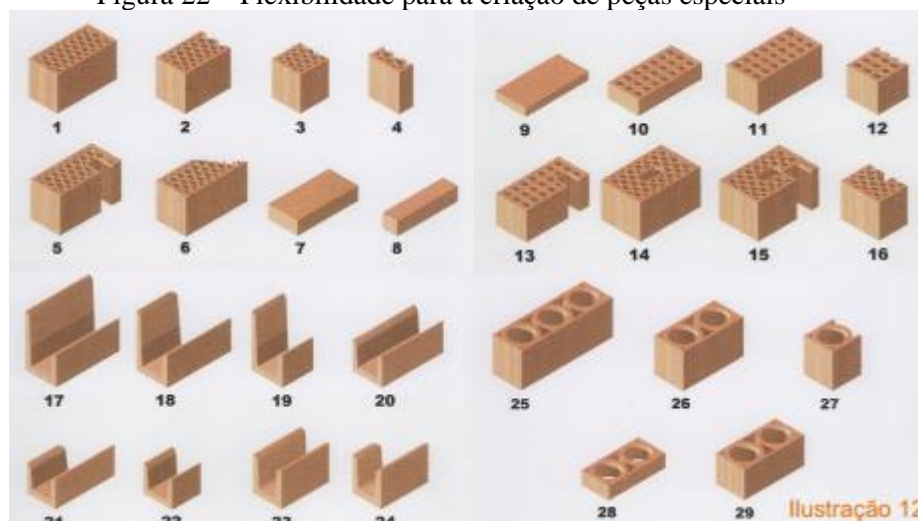
As características dos blocos cerâmicos determinam importantes aspectos da produção (ROMAN, 2019):

- Peso e dimensões: influenciam a produtividade;
- Formato: influencia a técnica de execução;
- Precisão dimensional: influencia os revestimentos e demais componentes.

Os blocos determinam também importantes características do projeto, sendo estas a modulação, a coordenação dimensional e a passagem de tubulações. As principais características funcionais dos componentes cerâmicos a serem respeitadas são resistência mecânica, absorção total e inicial, dimensões reais e nominais, área líquida, peso unitário, estabilidade dimensional, isolamento termo acústico e durabilidade.

Os blocos cerâmicos são 40% mais leve do que blocos de concreto, facilitando o manuseio e o transporte. Além disso, apresentam maior flexibilidade para a criação de peças especiais. A Figura 22 exemplifica a flexibilidade para a criação de peças especiais.

Figura 22 – Flexibilidade para a criação de peças especiais



Fonte: ROMAN, 2019.

3.5.2 Argamassas

As argamassas na Alvenaria Estrutural têm a função de unir solidamente os blocos, distribuindo tensões uniformemente entre estes, além de acomodar as pequenas deformações destes componentes.

As propriedades desejáveis das argamassas são trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, capacidade de sustentação dos blocos, resistência inicial adequada e capacidade potencial de aderência (ROMAN, 2019).

As propriedades desejáveis das juntas de argamassa são resistência mecânica adequada, capacidade de absorção de deformações e durabilidade.

3.5.3 Graute

O Graute é usado para preencher os vazios dos blocos quando se deseja aumentar a resistência à compressão da alvenaria sem aumentar a resistência do bloco. Pode ser usado como material de enchimento em reforços estruturais nas zonas de concentração de tensões e quando se necessita armar as estruturas (VILATÓ, 2000).

O graute é composto dos mesmos materiais usados para produzir concreto convencional. As diferenças estão no tamanho do agregado graúdo e na relação água/cimento. A consistência do graute deve ser coesa e apresentar fluidez adequada para o preenchimento de todos os vazios. A retração não deve proporcionar a separação entre o graute e as paredes internas dos blocos.

A resistência à compressão do graute, combinada com as propriedades mecânicas de blocos e argamassas definirão a resistência à compressão da alvenaria.

Figura 23 – Grauteamento em zona de concentração de tensões.



Fonte: ROMAN, 2019.

3.5.4 Pré-moldados

Algumas peças pré-moldadas podem auxiliar na execução das obras em alvenaria estrutural. Dentre as mais utilizadas estão os marcos em argamassa armada e as escadas pré-moldadas. O marcos em argamassa armada possibilita que a parede seja

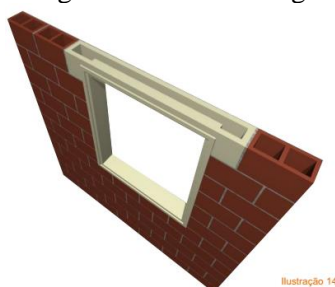
executada mais rapidamente, dispensando a utilização de madeira para apoio das vergas com canaletas.

Além disto, os marcos propiciam o acabamento final dos vãos das aberturas. O revestimento interno e externo encosta nos marcos sem a necessidade de se realizar requadros.

As escadas pré-moldadas estão disponíveis em dois modelos principais, as escadas jacaré e as escadas maciças. Ambas são de fácil utilização e agilizam consideravelmente sua execução em obra. As escadas jacaré possuem um número maior de peças a serem montadas, porém dispensam utilização de guincho e são mais leves.

Além destas outras podem surgir da união de subsistemas, tais qual a janela-verga, que uni o quadro pré-moldado da janela com a verga (Figura 24).

Figura 24 - Janela-verga



Fonte: Roman, 2019.

3.5.5 Projeto e modulação

Importantes diretrizes devem ser estabelecidas já no anteprojeto a fim de se potencializar as vantagens da alvenaria estrutural. Além das definições de paredes estruturais e paredes de vedação, devem ser definidos os tipos de blocos a serem utilizados, sendo esta escolha muito importante para a definição da coordenação modular do projeto.

A coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas dos componentes através de um reticulado espacial de referência, sendo essencial para a obtenção da racionalização (ROMAN, 2019).

A dimensão modular (Figura 25) na alvenaria estrutural é a soma da dimensão real do bloco e da dimensão da junta de argamassa. A multiplicação do módulo por um fator numérico inteiro determina as medidas de projeto a serem utilizadas (ROMAN, 2019).

Figura 25 – Dimensão modular.

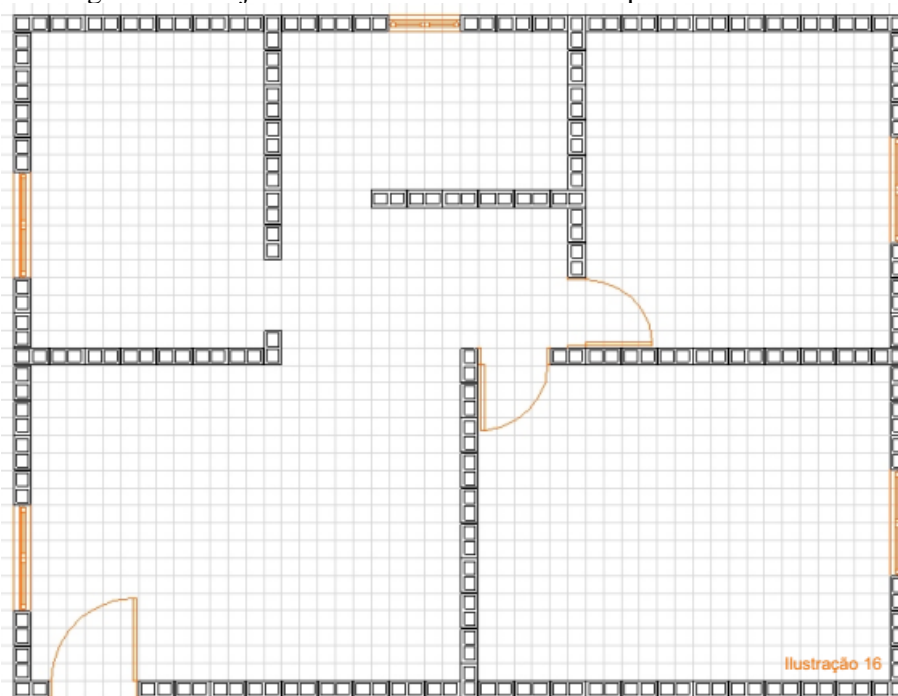


Fonte: ROMAN, 2019.

O anteprojeto modulado (Figura 26) com todas as informações relevantes é o ponto de partida para a confecção dos projetos complementares (hidráulico, elétrico,

etc.). Todos os projetos devem ser coordenados por um único responsável pelo projeto global, a fim de se evitar possíveis interferências.

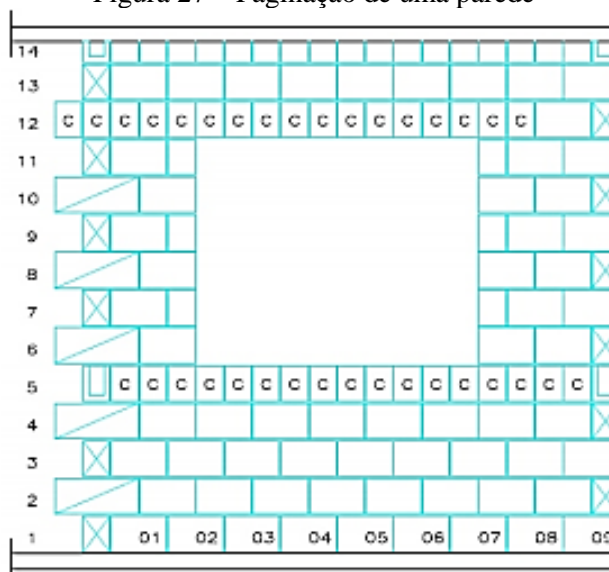
Figura 26 - Projeto modulado em um retículo espacial de referência



Fonte: ROMAN, 2019.

Dispondo-se de todos os projetos complementares, deve-se preparar o projeto executivo com todos os detalhamentos necessários. Para permitir o planejamento e a descrição da execução da alvenaria, deve-se realizar a paginação das paredes (Figura 27), descrevendo-as graficamente uma a uma com as representações de blocos utilizados, aberturas, instalações e soluções construtivas.

Figura 27 – Paginação de uma parede



Fonte: ROMAN, 2019.

No processo de modulação da alvenaria estrutural trabalha-se com as famílias modulares de blocos. As principais famílias utilizadas são a família 39 (módulo de 20 cm) e a família 29 (módulo de 15 cm) (ROMAN, 2019).

Na família de 39 o módulo básico considerado para a elaboração de projetos é de 20 cm, ou seja, o comprimento das paredes, aberturas e vãos deverão ser múltiplos desta medida. O elemento utilizado em maior escala nesta modulação é o bloco de 39x19x14, que apresenta uma largura não modular, ocasionando a necessidade de haver um elemento a mais para solucionar problemas modulares no encontro de paredes.

Existem modulações que utilizam blocos com largura de 19 cm e comprimento de 39 cm (bloco de 39x19x19), racionalizando a modulação no encontro de paredes. Entretanto, estes elementos possuem custo elevado, sendo utilizados somente para atender necessidades estruturais.

3.5.6 Controle de Qualidade

A qualidade da alvenaria estrutural como produto final, depende de diversos fatores, um deles sem dúvida, é o da boa execução, alinhamentos, prumos, assentamento adequado, grautes bem feitos etc. Além de mão-de-obra especializada tem-se que tomar muito cuidado com os materiais a serem empregados, por exemplo, os blocos (PASTRO, 2007).

Cada bloco tem uma resistência à compressão, geralmente entre 4,5 e 20 Mpa, sendo não grauteados e com argamassa usual para tal solicitação de carga e resistência. Para controlarmos a resistência dos blocos é necessário coletar aleatoriamente certa quantidade de blocos por lote de fabricação, conforme especificações da NBR 6136/94 e NBR 7173/82 (Tabela 1).

Tabela 1 - NBR 7173/82.

Tipo de bloco	Número mínimo de blocos de amostra	Número de blocos para ensaio à compressão	Número de blocos para ensaios de absorção, massa específica, umidade e área líquida.
Estrutural	9	6	3

Fonte: NBR 7173/82.

Com os blocos ensaiados em laboratório, pode-se ter mais segurança nos blocos empregados. Se houver algum problema com os resultados dos ensaios pode-se ainda, em tempo, tomar providências necessárias. Além dos ensaios, para saber se um bloco tem qualidade, pode-se analisar algumas características a olho nu (VILATÓ, 2000):

- Possuem cantos quebrados, trincas;
- Possui todas as medidas íntegras e constantes com variações de milímetros;
- Quebra com facilidade;
- Aspecto do bloco homogêneo e sem vazios etc.

No processo de industrialização do bloco há uma pequena variação de medida que pode ser tolerada de mais 2 mm para a largura e mais 3 mm para a altura e comprimento das peças. Existem, também, ensaios para comprovar resistência à

compressão de prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural, conforme NBR 8215 (ABNT, 1982).

3.5.7 BIM (Building Information Modeling)

Eastman *et al.*(2011) define BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção, tendo como objetivo a integração de projetos para a construção de um modelo virtual único do edifício.

Para Ferreira (2007), BIM é um modelo de informação do edifício, onde o conceito é tratar a informação da construção desde a sua concepção até a utilização, manutenção e demolição. Desde que o termo Building Information Modeling (BIM) foi introduzido no cenário construtivo brasileiro, ele tem sido tratado como uma nova abordagem de projeto e gestão de informação.

Entretanto, na prática, ainda há muita confusão quanto a como aproveitar os recursos que esta tecnologia propicia. Para os projetistas essa nova concepção pode ser utilizada para melhorar o padrão de seus projetos, evitando erros com a utilização da modelagem em três dimensões e diminuindo retrabalhos mediante alterações nas decisões que governam as estruturas com o uso dos objetos parametrizados, que uma vez alterados, refletem sua alteração para todas as vistas e plantas do projeto em questão.

Segundo a Coletânea de implementação de BIM criada pela CBIC e o SENAI (SENAI, 2015), o desafio para a adoção dessa plataforma tecnológica é promover condições de viabilidade para reunir um conjunto de informações multidisciplinares sobre o empreendimento, desde a concepção até as fases de uso e manutenção.

3.6 Patologias

Ter conhecimento sobre as Patologias das Edificações se torna algo imprescindível para todos que trabalham na construção civil, indo desde um operário até o engenheiro. De acordo com Verçoza (1991), quando se conhece os problemas ou defeitos que uma construção pode vir a apresentar e suas causas, a chance de se cometer erros reduz muito. Segundo o mesmo autor quanto maior a responsabilidade profissional na construção maior deve ser o conhecimento sobre as anomalias.

De acordo com Corsini (2010), as fissuras são um tipo de patologia comum nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da construção. Além disso, segundo o mesmo autor, as fissuras podem surgir na fase de projetos (arquitetônico, estrutural, de fundação, de instalação), de execução da alvenaria, dos vários sistemas de acabamentos, e inclusive na fase de utilização, por mau uso da unidade.

A fissura é originada devido à atuação de tensões nos materiais. Quando a sollicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar estas tensões. Quanto maior for à restrição impostas ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, mais significativas serão a intensidade e a magnitude da fissuração (CORSINI, 2010).

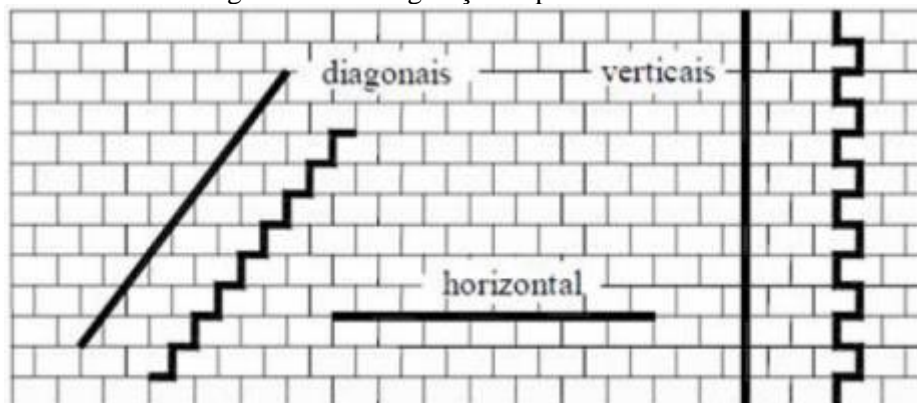
Segundo Duarte (1998), as fissuras em alvenaria são causadas por tensões que ocorrem na direção ortogonal ao esforço atuante. Esse último autor ainda ressalta que esses esforços podem ser de compressão, por esforços de cisalhamento ou por tração direta.

Sampaio (2010) salienta que as fissuras podem ser causadas por diversos fatores, tais como: baixo desempenho às solicitações de tração, flexão e cisalhamento apresentado pelos componentes da alvenaria. Além disso, Thomaz (1988) destaca que outro fator que influi na fissuração é a utilização de materiais diferentes, com propriedades diferentes (resistência mecânica, módulo de deformação longitudinal e coeficiente de Poisson) utilizados em conjunto.

São vários os fatores que podem causar fissuras nas alvenarias, entre os quais recalques de fundação, movimentações térmicas, higroscópicas, retração de blocos ou de outro elemento de concreto, sobrecargas, deformações de elementos da estrutura, reações químicas, detalhes construtivos incorretos, congelamento, vibração, explosões, terremotos (THOMAZ, 1990).

Em painéis de alvenaria as fissuras podem se apresentar nas direções horizontal, vertical, diagonal ou uma combinação destas, conforme Figura 28. De acordo com Thomaz (1990) as fissuras se manifestam de forma reta quando a resistência à tração da unidade é igual ou inferior a resistência à tração da argamassa e se apresenta de forma escalonada quando o bloco tem resistência à tração superior a da argamassa.

Figura 39 - Configurações típicas das fissuras



Fonte: SAMPAIO, 2010.

As fissuras podem ser classificadas de acordo com sua atividade em ativas ou passivas. As fissuras ativas (ou vivas) são aquelas que apresentam variações de abertura ao longo do tempo. Se essas variações oscilam em torno de um valor médio podem ser correlacionadas com a variação de temperatura e umidade. Logo, pode-se concluir que apesar de serem ativas não indicam ocorrência de problemas estruturais.

Mas se elas apresentarem abertura crescente pode representar problemas estruturais, que devem ser determinadas por meio de observações e análise da estrutura. As fissuras passivas (ou “mortas”) são causadas por solicitações que não apresentam variações significativas ao longo do tempo, e podem ser consideradas como estabilizadas (CORSINI, 2010).

De acordo com a NBR 9575 (2010), as fissuras podem ser classificadas de acordo com a sua abertura. As micro fissuras possuem abertura inferior a 0,05 mm, as aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas.

Podem ser causas de fissuras:

- Recalque de fundação;
- Sobrecarga de carregamento;
- Variação térmica;

- Reações químicas;
- Retração.

3.7 Viabilidade e Obstáculos da Alvenaria Estrutural em Empreendimentos

Conforme a Revista Técnica 34 (1998), p.26:

Cada vez mais distante do preconceito que a associava apenas às construções populares, a alvenaria estrutural ganha espaço nos canteiros de obras brasileiros. A volta da classe C ao mercado consumidor de imóveis e o empenho da engenharia nacional estão alavancando um sistema construtivo que parecia fadado aos conjuntos habitacionais populares. A alvenaria estrutural caiu, por fim, no gosto do meio técnico brasileiro, atraído pela redução de custos de até 30% proporcionado pelo sistema. A possibilidade de construir edifícios altos com apartamentos amplos – um edifício na zona leste de São Paulo já alcançou a marca dos 24 pavimentos e outros dois no Morumbi, zona sul, estão sendo construídos com até quatro dormitórios – tem enterrado alguns velhos preconceitos.

A mentalidade de um sistema construtivo racionalizado não é apenas modismo ou uma simples questão de demonstrar técnicas alternativas. É mais do que isso, é uma questão de sobrevivência entre construtores e empreendedores, pois o mercado brasileiro está cada vez mais competitivo e exigente em termos de preço, qualidade e agilidade, com isso, a alvenaria estrutural está se destacando, pois são itens característicos dela.

Os empreendedores estão deixando de lado a idéia de que a alvenaria estrutural serve apenas para construções simples e populares e partindo para um novo horizonte que são as construções com padrão mais alto. Isso alavanca uma nova concepção de valores e boas condições para obras de alto padrão que são mais caras.

Claro que não se pode esquecer que nas construções de baixo e médio padrão ainda também é um excelente sistema, tendo todas suas qualidades. Isso é reflexo de muito estudo, ensaios, e principalmente experiências em obras e empreendimentos executados com todos os cuidados e regras para uma boa prática do sistema construtivo.

Uma das medidas de economia tomadas pela JHS para viabilizar o empreendimento foi empregar blocos de concreto com diversas resistências à compressão, de acordo com a faixa de andar executada. Da primeira fiada até o quinto pavimento, foram especificados blocos de 14 Mpa. A resistência dos blocos cai à medida que sobem os andares, culminando com 6 MPa entre o 15º pavimento e a cobertura. “Não é preciso usar o mesmo tipo de bloco em todo o edifício”, afirma Carlos Alberto Tauil, gerente técnico comercial da Glasser, fabricante paulista que está fornecendo os blocos de concreto para a obra. (Revista Técnica 34 - PINI – mai/jun– 1998. P.26-31).

Todavia, um ponto muito interessante para evitar desperdícios em prédios com alturas significativas é a adoção de blocos de diferentes resistências usados apenas onde lhe exige tal esforço. Por exemplo, nos primeiros pavimentos de um prédio são usados blocos de uma alta resistência, no meio do prédio já podemos usar de média resistência e, no final, onde há pouco esforço pode-se usar um de mais baixa resistência.

Hoje em dia com a quantidade de recursos e tecnologias desenvolvidas no sistema de alvenaria estrutural, pode-se dizer que os obstáculos encontrados são mínimos, e estão cada vez mais extintos. Não existe mais o conceito que associa alvenaria estrutural com aqueles prédios onde quase não apresentam vãos e com janelas muito pequenas.

Bons profissionais junto com a tecnologia do sistema são capazes de desenvolver projetos arquitetônicos maravilhosos e ousados. Existe apenas um bom senso a ser respeitado, cada sistema construtivo serve para suprir sua necessidade arquitetônica.

Escolhe-se, provavelmente, a estrutura em concreto armado moldado em loco ou estrutura de concreto armado pré-fabricado etc. Porém em empreendimentos residenciais, comerciais, e geralmente empreendimentos verticais e sobrados, o sistema de alvenaria estrutural é o sistema mais indicado para empreendedores que precisam de uma obra racionalizada, econômica e rápida.

Nos tipos de empreendimentos com arquitetura onde exige vãos muito longos, com janelas muito grandes, o papel da alvenaria estrutural começa a não ter condições de suprir essas necessidades. Isso não impede de se usar outros tipos de materiais juntamente com a alvenaria estrutural, como vigas metálicas, vigas em concreto armado, peças em concreto armado pré-fabricado para vencer vãos, por exemplo.

Um obstáculo um pouco maior para o empreendedor é a mão de obra especializada, é muito difícil encontrar equipes especializadas que saiba dos detalhes e das necessidades do sistema construtivo para poder executar a obra do jeito que foi pensada e projetada.

3.7.1 Avanços da Alvenaria Estrutural em Relação à Alvenaria Comum

Apesar do sistema construtivo em alvenaria estrutural apresentar maior potencialidade de se tornar enxuto em seus aspectos conceituais, na prática observa-se que algumas empresas que trabalham com o sistema convencional apresentaram melhores resultados do que as que trabalharam com a alvenaria estrutural, qualitativamente.

Algumas empresas de ambos os sistemas obtêm resultados satisfatórios, apesar da aplicação da filosofia da alvenaria estrutural ser empírica. Estas empresas são, em geral, as mais experientes, o que faz com que seja possível dizer que as empresas mais maduras absorveram mais conhecimento o que fez com que melhorasse seu desempenho.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural recebe um maior número de críticas devido à exigência de maior detalhamento. Apesar do desempenho superior ao do sistema convencional, a questão do projeto ainda está bem abaixo das reais necessidades da alvenaria estrutural, principalmente com relação ao grau de detalhamentos, que se pôde observar ser baixo.

A capacitação de mão-de-obra mais qualificada para conduzir os projetos em paralelo, ou simultâneos, é outro ponto muito criticado. Logo a exigência do sistema de concorrência entre os projetos vem sofrendo pela inabilidade dos projetistas e engenheiros em lidar com tal assunto.

Nos sistema convencional o problema dos fornecedores é o fator mais crítico, principalmente na qualidade do produto e resistência dos fornecedores em paletizá-los. Isto se deve principalmente ao fato do sistema em alvenaria estrutural os blocos provêm de indústrias modernas e com conceitos de produção bem estabelecidos. Já no sistema

convencional os tijolos são de origem artesanal, com profundas dificuldades tecnológicas de produção e empresariais.

4 CONCLUSÃO

O sistema construtivo em alvenaria estrutural apresenta alguns obstáculos e pequenas limitações, mas que são supridos com bons profissionais, atuando com projetos inteligentes e estratégicos.

Por ser um sistema racionalizado e de alto nível de industrialização, respeitando os projetos na obra não haverá desperdício de materiais, por exemplo, os blocos não podem ser quebrados, a argamassa geralmente vem pronta não havendo desperdício e sobras de areia, cimento, etc. a quantidade a ser usada de argamassa e graute é limitada, o graute deve ser colocado com funil e deve ficar confinado dentro da célula do bloco não havendo por onde vazar ou perder material.

A consequência disso é uma obra econômica e que reduz bastante o custo para o empreendedor. Com isso, pode-se concluir que a metodologia da alvenaria estrutural, quando usada de forma correta com integração total entre as partes envolvidas e, respeitando suas restrições é um método bastante ágil, limpo e lucrativo de se construir.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. depositphotos, 2017. Disponível em: <https://br.depositphotos.com/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=dp2_bra_brand_search&utm_content=depositphotos_all&utm_term=depositfotos&ds_rl=1241716&gclid=Cj0KCQjwov3nBRDFARIsANgsdoEcb7Zt_ulV5K0YuuuL3S6BT4_XA8qI5s3JtDTI5uaHfIrTRYS7xkaAgOUEALw_wcB&gclsrc=aw.ds>. Acesso: 20 de Março de 2019.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria com Bloco de Concreto: Prática Recomendada**. Recife, 2003. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/downloads/index.shtml>. Acesso: 20 de Março de 2019.

ALVES, Vancler Ribeiro; SILVA, Ariane C.S.; MENDES, Luiz C. **Comportamento à compressão de paredes em Alvenaria Estrutural**. Niterói, 2005. Disponível em: http://www.uff.br/semenge2005/Artigos_anais/Civil/112379_8274838.pdf. Acesso: 20 de Março de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização e seleção de projeto**. Rio de Janeiro: 2016.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de Alvenaria Estrutural: Notas de Aula**. Ilha Solteira, 200. Disponível em: <http://www.nepae.feis.unesp.br>. Acesso: 20 de Março de 2019.

CORSINI, R. Trinca ou fissura? 2010. Artigo - Revista Técnica. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissuracomoseoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>, acesso em 20 de Março de 2019.

DUARTE, R.B. **Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação**. 1998. Boletim técnico nº25 - Porto Alegre.

EASTMAN, C. TEICHOLZ, P. SACKS, R. LISTON, K. **Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2. Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

FERREIRA, R.C.E.T.A **Percepção de Interferências Espaciais Através de Desenhos 2D e Modelos 3D por Profissionais de Projetos de Edifícios**. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

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

MACHADO, D.Ç W. N. **Inspeção em Obra de Alvenaria Estrutural no Município de Santa Maria**. In: 28º Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria: 2015.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria Estrutural: Sistema Construtivo**. Universidade São Francisco: Engenharia Civil. Itatiba, 2007.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edificação de Alvenaria Estrutural**. 1ª edição (3ª tiragem). São Paulo: Pini, 2003.

REVISTA TÉCNICA 34, PINI, mai/jun, 1998. P.26-31.

ROMAN, H. **Alvenaria estrutural: vantagens, teoria e perspectivas**. Em: ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 10. 9 a 12 de novembro de 2019, Gramado-RS. Anais... Gramado: 1990, p. 903-912.

SAMPAIO, M.B. **Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios- Causas, prevenção e recuperação**. 1990. 13ª Ed. Editora: Pini. IPT-Epusp.

VERÇOZA, E.J. **Patologias das Edificações**. 1991. 1ª Ed. Editora Sagra. Porto Alegre.

VILATÓ, Rolando Ramirez. **Racionalização do Projeto de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://pcc2515.pcc.usp.br/Documentos%202007/RACIONALIZA%C3%87%C%83%20ODE%20PROJETO%20DE%20EDIF%C3%8DCIOS%20EM%20ALVENARIA%20ESTRUTURAL.pdf>. Acesso: 20 de Março de 2019.
NBR 7173/1982. ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas