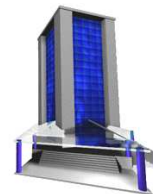




Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Curso de Especialização em Construção Civil



Monografia

"ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO CERÂMICO E SUAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS"

Autor: Marco Antonio Rosa de Castro

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Outubro
2015

Marco Antonio Rosa de Castro

"ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO CERÂMICO E SUAS
PRINCIPAIS PATOLOGIAS"

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção
Civil da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Alvenaria Estrutural

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Escola de Engenharia da UFMG
Belo Horizonte
2015

Dedico este trabalho a todo corpo docente do Curso de Especialização em Construção Civil, e em especial a todos os envolvidos que contribuíram pelo desenvolvimento de meu conhecimento. Pois a minha maior conquista é o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me nutrir de força para superar dificuldades, obstáculos e por me prover de capacidade.

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram pela minha formação, sendo em especial aos que sempre me deram apoio. Agradeço com carinho a minha família.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Histórico da Alvenaria Estrutural	1
1.2 O Sistema Construtivo Estrutural em Bloco Cerâmico	3
2. OBJETIVO E METODOLOGIA.....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Alvenaria.....	6
3.1.1 Não armada	6
3.1.2 Alvenaria estrutural armada.....	6
3.1.3 Alvenaria estrutural parcialmente armada	7
3.1.4 Alvenaria estrutural protendida.....	7
3.2 Materiais e Componentes	7
3.2.1 Aditivos.....	7
3.2.2 Bloco cerâmico.....	8
3.2.3 Argamassa de assentamento	20
3.2.4 Graute	22
3.2.5 Armadura	24
3.2.6 Laboratório	24
4. CONCEITOS BÁSICOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL CERÂMICA	26
4.1 Gerenciamento e Projetos	26
4.2 Modulação e Paginação	27
4.2.1 Modulação horizontal e vertical	28
4.2.2 Amarração das paredes	28
4.2.3 Simetria.....	30
4.3 Subsistemas	31
4.3.1 Instalações elétricas.....	31

4.3.2 Instalações hidráulicas	32
4.3.3 Ferramentas e equipamentos.....	33
4.3.4 Impermeabilização	35
5. TÉCNICAS DE EXECUÇÃO	36
5.1 Marcação e Elevação	36
5.2 Mão de Obra.....	39
6. PRINCIPAIS PATOLOGIAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	40
6.1 Fissuras	40
6.1.1 Fissuras verticais.....	41
6.1.2 Fissuras inclinadas	42
6.1.3 Fissuras por higroscopicidade	43
6.1.4 Fissuras por eflorescências.....	43
6.1.5 Fissuras horizontais	44
6.1.6 Como evitar as patologias	46
7. PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	47
7.1 Principais Vantagens de se Usar o Sistema em Bloco Cerâmico Estrutural.....	47
7. 2 Principais desvantagens	48
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trabalhadores na construção das pirâmides.	1
Figura 2 – Pirâmides do Egito.	2
Figura 3 – Templo Zigurate de Ur.....	2
Figura 4 – Fercok, resíduo de siderurgia em depósito da Cerâmica Jacarandá	8
Figura 5 – Argila misturada e em repouso foto de depósito da Cerâmica Jacarandá.	9
Figura 6 – Foto retirada da máquina de extrusão da Cerâmica Jacarandá.....	10
Figura 7 – Foto retirada do corte do material.....	11
Figura 8 – Material seguindo para pré-forno, foto retirada na cerâmica Jacarandá.	11
Figuras 9 A e B – Forno da cerâmica Jacarandá onde material é levado a temperaturas de 800°C a 1100 °C.....	12
Figuras 10 A e B – Transporte e Palietização.....	12
Figura 11 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.	13
Figura 12 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.	14
Figura 13 – bloco cerâmico estrutural.....	14
Figura 14 – Bloco cerâmico com paredes maciças (com paredes internas maciças).	15
Figura 15 – Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas vazadas).	15
Figura 16 – Bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas.....	16
Figura 17 – Bloco cerâmico estrutural perfurado.	17
Figura 18 – Bloco cerâmico estrutural inteiro.....	18
Figura 19 – Bloco cerâmico estrutural meio.....	18
Figura 20 – Bloco cerâmico estrutural compensador.....	18
Figura 21 – Canaleta cerâmico estrutural inteiro.	19
Figura 22 – Bloco 45°, bloco elétrico, e bloco hidráulico.....	20
Figura 23 – Assentamento de bloco cerâmico com argamassa.....	22
Figura 24 – Graute sendo utilizado em local previsto.	23

Figura 25 – Fotos retiradas do laboratório da Cerâmica Jacarandá.	25
Figura 26 – Sequência resumo das atividades de um projeto segundo Tauil e Nesse, (2010).....	27
Figura 27 – Dimensões de uma unidade.	28
Figura 28 – Modulação horizontal e vertical.	28
Figura 29 – Amarração Direta e indireta com uso de barra e ganchos ou grampo.	29
Figura 30 – Amarração em “L”, em “T” e em “Cruz” com uso de ferragem vertical.	30
Figura 31 – Eletroduto embutido dentro do bloco com caixa fixada no bloco.	31
Figura 32 – Detalhamento da instalação elétrica.	32
Figura 33 – Blocos especiais hidráulicos.	33
Figura 34 – Ferramentas.	33
Figura 35 – Lista básica de ferramentas e equipamentos.....	34
Figura 36 – Detalhes de fundações com impermeabilização.	35
Figura 37 – Nível alemão.	37
Figura 38 – Planta de modulação da primeira e segunda fiada.	37
Figura 39 – Uso de escantilhão auxiliando nos encontros da alvenaria.	38
Figura 40 – Fissuras verticais ao longo da parede.	41
Figura 41 – Fissuras verticais acompanhando juntas e cortando o bloco.	41
Figura 42 – Fissuras inclinadas.	42
Figura 43 – Fissuras por recalque diferenciado.	42
Figura 44 – Fissuras por higroscopicidade.	43
Figura 45 – Configurações típicas de ataques por reações químicas.	43
Figura 46 – Fissura por flexocompressão.	45
Figura 47 – Fissuras por expansão diferenciadas e por retração de secagem das lajes.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Natureza química das eflorescências.	44
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de Fabricação de blocos cerâmicos estruturais	17
Tabela 2 - Dimensões de Fabricação de blocos cerâmicos.....	20
Tabela 3 - Traços Usuais de Argamassa de acordo com Schmitz.....	21
Tabela 4 - Traços recomendados com resistências médias.	21
Tabela 5 - Traços usuais de Concreto Graute.	23

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

t = toneladas

a.C. = antes de Cristo

d.C = depois de Cristo

°C = grau celsius

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR = Norma Brasileira

L = largura

H = A = altura

C = comprimento

m² = metro quadrado

m = metro

cm = centímetro

mm = milímetro

M = Módulo

“L” = Amarração em (L)

“T” = Amarração em (T)

MPa = Megapascal

fbk = resistência característica à compressão do bloco cerâmico

IBI = Instituto Brasileiro de impermeabilização

RESUMO

Alvenaria, estrutural e metodologia.

O sistema construtivo de alvenaria estrutural em bloco cerâmico, juntamente com o de alvenaria estrutural de bloco de concreto, é muito utilizado, principalmente se comparado com o sistema construtivo de estrutura convencional de concreto armado com alvenaria de vedação. O sistema de alvenaria em bloco cerâmico é um sistema cuja a resistência depende das unidades de alvenarias unidas por argamassa de assentamento formando um conjunto único e rígido, podendo também contar com a presença de armaduras grauteadas em pontos calculados e estabelecidos em projetos com o objetivo de aumentar sua capacidade portante. Quando bem planejado, projetado e executado, é a escolha de muitos empreendedores que visam uma obra rápida e econômica. Neste trabalho são apresentados os conceitos básicos e necessários para implementação do sistema estrutural em bloco cerâmico, sendo analisadas metodologias, técnicas de execução, principais patologias deste tipo de sistema e suas principais vantagens e desvantagens.

ABSTRACT

Masonry, structural and methodology.

The constructive system of structural masonry in ceramic block, together with the one of structural masonry of concrete block, is very used, mainly if compared compared with the constructive system of conventional structure of armed concrete with masonry sealing masonry. The system of Masonry in Ceramic Block is a system whose the resistance depends on the units of united masonries for establishment mortar forming a group only and rigid, could also count with the presence of armors grauteadas in calculated points and established in projects with the objective of increasing yours capacity portante. When well drifted, projected and executed, it is the choice of many enterprising that you/they seek a fast and economical work. In this healthy work presented the basic and necessary concepts for implementation of the structural system in ceramic block, being analyzed methodologies, execution techniques, main pathologies of this system type and their main ones advantages and disadvantages.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Histórico da Alvenaria Estrutural

O uso de alvenarias pela humanidade, num momento inicial, ocorreu com empilhamento de rochas. Essas, em geral, eram lascadas, fragmentadas e cortadas. Um bom exemplo disso são as pirâmides do Egito (Figura 1 e 2), formadas de pedras sob pedras, onde cada bloco chegava a pesar em torno de 2,5 toneladas. O tamanho das pedras diminuía com a altura, sendo as maiores na base. Na base na câmara do rei, foram encontradas pedras enormes com um peso estimado de 80 toneladas.



Figura 1 – Trabalhadores na construção das pirâmides.

Fonte: Copyright 2015 / A revista da Internet <http://www.larevistadeinternet.com/pt/20-curiosidades-fascinantes-piramides-egipto/>.



Figura 2 – Pirâmides do Egito.

Fonte: Ricardo Liberato – All Gizah Pyramids

https://en.wikipedia.org/wiki/File:All_Gizah_Pyramids.jpg).

Estima-se que o sistema de alvenaria com o chamado tijolo de barro, data de 10.000 a.C. na civilização Persa, onde eram empregados tijolos queimados ao sol (Figura 3).



Figura 3 – Templo Zigurate de Ur.

Fonte: NEWHOUSE, 1992.

Por fim pode-se dizer que por volta de 3.000 a.C. já se utilizava o tijolo de barro queimado em fornos e que esse sistema foi sendo aprimorado e evoluído até atingir a tecnologia dos dias de hoje, capaz de fabricar tijolos com resistência adequada para a construção das edificações modernas.

1.2 O Sistema Construtivo Estrutural em Bloco Cerâmico

Sistemas construtivos são utilizados para aprimorar os métodos construtivos, buscando encontrar meios de agilizar, otimizar e reduzir os custos de uma obra sem a perda de qualidade. Existem vários tipos de sistemas, cabendo ao especialista analisar o melhor a ser empregado para a construção desejada.

Neste trabalho será apresentado o sistema construtivo de alvenaria estrutural em bloco cerâmico, cuja função é a de sustentar as cargas e funcionar parcialmente como estrutura, fazendo parte do conjunto das estruturas de uma obra juntamente com as fundações, pilares e vigas. Os blocos possuem altos MPa sendo utilizados na construção de casas e edifícios.

Atualmente há uma tendência do uso de sistemas construtivos estruturais autoportantes, para construção de edificações. Nesse caso será demonstrado o uso de alvenaria estrutural em bloco cerâmico, onde será visto as vantagens de se construir com esse sistema, como: a redução de custos, redução de desperdícios, diminuição de procedimentos em obra reduzindo o tempo para execução, agilizando e otimizando a obra. Será demonstrado como funciona o sistema e seus aspectos técnicos e econômicos.

A alvenaria em cerâmica é utilizada para construir edificações desde a antiguidade, e ao longo dos anos evoluiu para uma das tecnologias de melhor desempenho do mercado. Praticamente todas as estruturas de alvenaria até o início do século XX foram dimensionadas de forma empírica, ou seja pela experiência de uma forma intuitiva e baseada na transferência de conhecimento. Isso fez com que muitas estruturas fossem super dimensionadas.

No cenário atual onde há uma busca incessante por redução de custos, e a competitividade motivou as construtoras a buscarem inovações. Com isso, as pesquisas científicas começaram a trazer os primeiros parâmetros, com métodos de cálculos racionais, substituindo o empirismo usual.

Dessa forma surge o termo “alvenaria estrutural”, que se refere, ao tipo de construção cuja resistência depende unicamente das unidades de alvenaria argamassadas com grande capacidade resistente à compressão. Essas unidades devem agir como uma combinação íntegra para resistir aos esforços de compressão, bem como aos esforços cortantes, segundo Nascimento Neto (1999).

É citado como marco inicial desse novo sistema baseado em cálculos racionais, a edificação do edifício de 13 andares com paredes de 37 cm de espessura em alvenaria estrutural não armada. Esse marco evidenciou as vantagens deste processo construtivo e a partir dele se intensificaram os avanços tecnológicos.

Deve se ressaltar, no entanto, que a indústria da construção civil, optou por este sistema porque, além de gerar economia, diminui o consumo de materiais, e de resíduos na obra.

No Brasil a alvenaria estrutural foi introduzida na década de 60 com a construção de alguns edifícios em São Paulo. Sua disseminação se deu com o surgimento de fabricas de blocos cerâmicos estruturais na década de 80 para construção de conjuntos habitacionais. Nas ultimas décadas o sistema evoluiu com o surgimento de novos centros de pesquisas, onde foram criadas novas normas e técnicas.

Hoje há uma crescente demanda por projetos de edifícios em alvenaria estrutural, pelo fato de gerar uma gama de vantagens, entre elas: redução de fôrmas, do consumo de aço e revestimentos; possibilidade de pré-fabricação de componentes estruturais, que é o caso dos pré-moldados; limpeza do canteiro de obras; redução dos desperdícios e diminuição dos procedimentos em obra, principalmente com o emprego da alvenaria não armada, dando lugar à questão ambiental com o surgimento dos tijolos ecológicos, que utilizam na sua composição grande porcentagem de resíduos gerados nas construções, podendo levar a uma economia na obra de até 30%. E como as empresas buscam redução de custo, este sistema pode gerar reduções de custos da ordem de 11% a 30%.

2. OBJETIVO E METODOLOGIA

Essa pesquisa bibliográfica tem o objetivo de apresentar informações específicas básicas, suficientes e necessários para utilização correta da alvenaria estrutural em bloco cerâmico nas diversas edificações. Não será feita uma abordagem de cálculos. Serão analisadas as características, destacando métodos, dimensões e propriedades dos materiais. Relacionando os possíveis ganhos na construção civil, definindo as vantagens, desvantagens e as possíveis patologias do sistema proposto, demonstrando que este método apresenta um desempenho que garante qualidade, sendo isso uma de suas principais características construtivas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como nota, deve-se observar que para a execução de alvenaria em blocos estruturais cerâmicos necessita-se de projetos detalhados, e que a não utilização desses podem causar problemas que gerem futuras patologias.

3.1 Alvenaria

Segundo a enciclopédia Wikipedia (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Alvenaria>) "Alvenaria é a construção de estruturas e de paredes utilizando unidades unidas entre si por argamassa. Estas unidades podem ser blocos (de cerâmica, de vidro de concreto e ou de pedras)".

Segundo Tauil e Nese (2010) "alvenaria é um conjunto de peças, justapostas e coladas nas suas interfaces, por argamassa ou material ligante, formando um elemento coeso".

Segundo Cavalheiro (1996), alvenaria "é o produto da composição básica, em obra, de tijolos ou blocos unidos entre si por argamassa, constituindo um conjunto resistente e estável." e alvenaria estrutural "é toda a estrutura em alvenaria, predominantemente laminar, dimensionada por procedimentos racionais de cálculo para suportar cargas além de seu próprio peso."

Segundo a NBR 15270-3 (ABNT, 2005) – "As alvenarias podem ser não armadas, estrutural armada, alvenaria estrutural parcialmente armada e alvenaria estrutural protendida."

3.1.1 Não armada

A Alvenaria não armada possui a finalidade construtiva de amarração e vedação, sendo composta de blocos e juntas de argamassas. Esse tipo de alvenaria não recebe graute e as armaduras presentes, como vergas e contravergas, são usadas para evitar possíveis patologias. Esse tipo de estrutura não apresenta absorção de esforços

3.1.2 Alvenaria estrutural armada

A alvenaria estrutural armada é composta de blocos vazados ou com espaços por onde recebe reforços de aço e é envolvida por graute em regiões pré-definidas para absorver os esforços calculados segundo as normas.

3.1.3 Alvenaria estrutural parcialmente armada

Na alvenaria estrutural parcialmente armada, as armaduras são localizadas em regiões pré-definidas para resistir aos esforços calculados segundo normas, sendo as paredes restantes consideradas não armadas.

3.1.4 Alvenaria estrutural protendida

Alvenaria estrutural protendida é aquela que funciona como um elemento resistente e reforçado por uma armadura ativa que recebe esforços de compressão.

3.2 Materiais e Componentes

As propriedades de uma alvenaria, principalmente a estrutural, dependem das características de seus materiais constituintes.

Segundo Cavalheiro (2006), “os constituintes básicos dos componentes utilizados na alvenaria estrutural são o cimento, cal, areia, argila, pedrisco e seus compostos no estado fresco, como a argamassa e o graute (micro-concreto), além de constituintes inseridos nos componentes, como o aço”.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), “é importante destacar dois conceitos básicos: componente e elemento da alvenaria estrutural. Entende-se por um componente da alvenaria uma unidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura”.

Também segundo Ramalho e Corrêa (2003: pág. 6) “Entende-se por um componente da alvenaria uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura. Os componentes principais da alvenaria estrutural são: blocos, ou unidades; argamassa; graute e armadura. Já os elementos são uma parte suficientemente elaborada da estrutura”.

É indispensável o uso de peças pré fabricadas como vergas e contravergas, e todos os tipos de acessórios que auxiliem agilizando a execução do sistema em alvenaria estrutural.

3.2.1 Aditivos

Aditivos são produtos, que quando adicionados em quantidades específicas, ajudam no desempenho de um determinado produto melhorando suas características e modificando propriedades de acordo com o que se deseja: como a resistência, a durabilidade e a impermeabilidade.

Um aditivo antes de ser empregado deve ser analisado, selecionado, testado de modo a se obter uma dosagem que garanta a característica almejada.

Na produção dos blocos, por exemplo, é adicionado, 5% de Fercok (Figura 4), que é um resíduo gerado pelas siderúrgicas. Esse funciona como aditivo ajudando a aumentar a resistência do produto, desempenhando função semelhante ao carvão mineral. Misturado às argilas, possui alto teor calorífico. Quando o produto é queimado no forno, ele ajuda a produzir altas temperaturas, melhorando a resistência à compressão do produto.



Figura 4 – Fercok, resíduo de siderurgia em depósito da Cerâmica Jacarandá
Fonte: Autor.

3.2.2 Bloco cerâmico

Os blocos são as unidades básicas da alvenaria, representando algo em torno de 80 a 90% do volume total de uma parede. Sendo, em grande parte responsável pelo desempenho estrutural das mesmas.

São fabricados a partir da mistura de argilas com aditivos, e queimados em fornos industriais controlados com temperaturas variando entre 800 a 1100 °C.

No Brasil, em especial na região sudeste, os blocos são utilizados em prédios de até seis pavimentos, sendo possível, através de projetos e com um uso maior de armaduras e grauteamento, a utilização em edificações de até dez pavimentos. Em casos especiais, e

com reforços estruturais, pode-se edificar prédios de 14 (quatorze) e 15 (quinze) andares em alvenaria estrutural em bloco cerâmico.

Sua matéria prima é composta basicamente de duas argilas distintas, “varvito” um argilito de origem sedimentar e a “tagua amarela” que é um tipo de argila originada da decomposição das rochas. O varvito ajuda o produto a obter resistência mecânica e a tagua amarela a plasticidade.

O argilito, rocha sedimentar, é britado e misturado a argila amarela em quantidades pré-estabelecidas, sofrendo homogeneização, com umidade controlada por laboratório.

Essa mistura segue para um silo (Figura 5), onde fica por 72 horas em repouso.



Figura 5 – Argila misturada e em repouso foto de deposito da Cerâmica Jacarandá.

Fonte: Autor.

Após o repouso o material segue para extrusão (Figura 6), em uma espécie de câmara de vácuo, onde sofre nova homogeneização para a retirada de todas as partículas de ar. A pressão usada nesse processo de extrusão é determinante para a resistência do produto. É na extrusão que o material adquire formato e é cortado (Figura 7). Saindo da extrusão, o material é secado com o objetivo de retirar o máximo possível de umidade, e adquirir uma resistência mecânica mínima para que o material possa ser manipulado.



Figura 6 – Foto retirada da máquina de extrusão da Cerâmica Jacarandá.

Fonte: Autor.

Tendo obtido a umidade desejada e a resistência mecânica necessária para que o material possa ser manipulado automatizadamente, o material passa por um pré-forno (Figura 8), a 70°C que elimina o restante de qualquer umidade que o material possa ter adquirido do ambiente e o prepara para o forno.



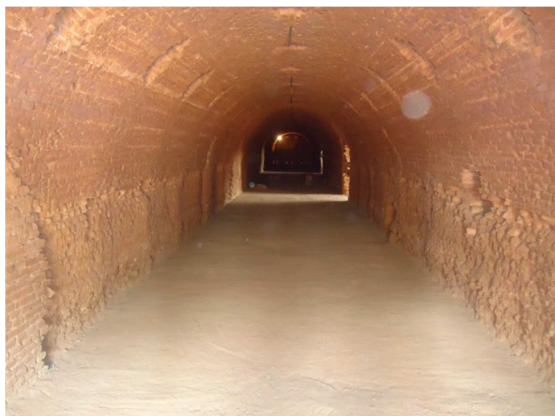
Figura 7 – Foto retirada do corte do material.
Fonte: Autor.



Figura 8 – Material seguindo para pré-forno, foto retirada na cerâmica Jacarandá.
Fonte: Autor.

No forno o bloco é cozido em temperaturas de 800 °C a 1100 °C por cerca de 24 horas (Figuras 9 A e B). É nessa fase que o material adquire suas características mecânicas.

9 A



9 B



Figuras 9 A e B – Forno da cerâmica Jacarandá onde material é levado a temperaturas de 800°C a 1100 °C.

Fonte: Autor.

Tendo terminado o processo da fabricação do bloco, esse é testado através de vistoria de qualidade e de acordo com o que se é exigido pela norma NBR15270 (ABNT, 2005), e é acondicionado e amarrados em forma de palietização para transporte (Figuras 10 A e B).

10 A



10 B



Figuras 10 A e B – Transporte e Palietização.

Fonte: Autor.

Quanto a aplicação, os blocos podem ser classificados em dois tipos: vedação e estrutural. Esse trabalho tratará basicamente das unidades estruturais.

3.2.2.1 bloco de vedação

Bloco de vedação é um bloco que não resiste como estrutura, não é dimensionado para resistir a ações de peso que cabem a uma estrutura. É utilizado para vedar vãos e não é dimensionado para suportar nada além do peso da alvenaria que faz parte.

De acordo com a NBR 15270-3: (ABNT, 2005):

“Bloco de alvenaria de vedação, possui furos perpendiculares a faces. Área da seção de assentamento, delimitada pelas arestas do bloco, com desconto das áreas dos furos, quando houver.

NOTAS:

1 - O bloco cerâmico para vedação é produzido para ser usado especificamente com furos na horizontal, como representado esquematicamente na (Figura 11).

2 - Também pode ser produzido para utilização com furos na vertical, como representado esquematicamente também na (Figura 12).

3 - Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte.”



Figura 11 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.
Fonte: Cerâmica Jacarandá Ltda.



Figura 12 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.
Fonte: Pauluzzi Produtos Cerâmicos Ltda.

3.2.2.2 bloco cerâmico estrutural

É um bloco que faz parte de um sistema, no qual os elementos desempenham uma função estrutural, o próprio bloco é estrutural e o conjunto como alvenaria exerce uma função estrutural.

De acordo com a NBR 15270-3: (ABNT, 2005) “Componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos *perpendiculares às faces que os contêm*. NOTA: Os blocos cerâmicos estruturais são produzidos para serem assentados com os furos na vertical (Figura 13)”.



Figura 13 – bloco cerâmico estrutural.
Fonte: Cerâmica Jacarandá Ltda.

a) bloco cerâmico estrutural com paredes maciças

De acordo com a NBR 15270-3 (ABNT, 2005) - “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”, conforme representado esquematicamente nas (Figuras 14 e 15).

As paredes externas são maciças e as internas podem apresentar-se vazadas, sendo a relação da área líquida para a área bruta não maior que 65%.

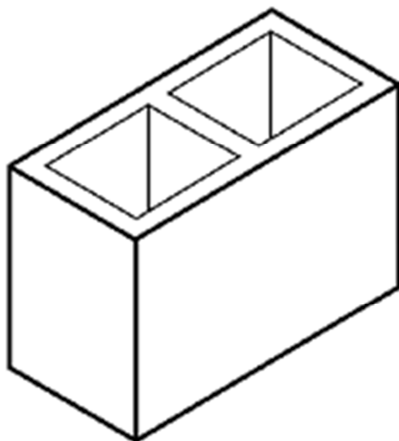


Figura 14 – Bloco cerâmico com paredes maciças (com paredes internas maciças).
Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

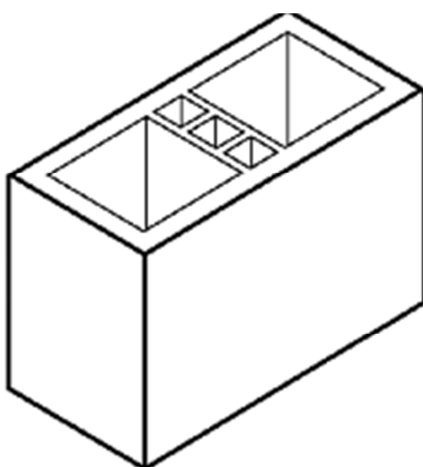


Figura 15 – Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas vazadas).

Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

b) bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas

De acordo com a NBR 15270-3: (ABNT, 2005) - “Componente da alvenaria estrutural com paredes vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida, conforme representado esquematicamente na (Figura 16).”

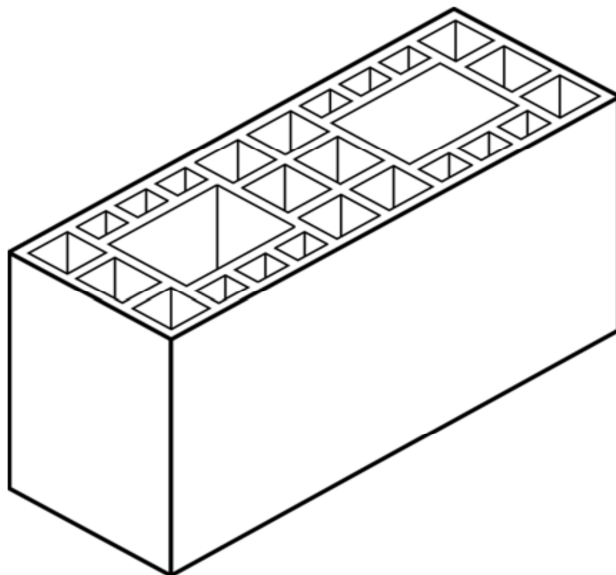


Figura 16 – Bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas.

Fonte: NBR 15270-3: (ABNT, 2005).

c) bloco cerâmico estrutural perfurado

De acordo com a NBR 15270-3: (ABNT, 2005) - “Componente da alvenaria estrutural cujos vazados são distribuídos em toda a sua face de assentamento, empregado na alvenaria estrutural não armada, conforme representado esquematicamente” na (Figura 17).

São vazados distribuídos em toda a sua face de assentamento sendo a relação da área líquida para a área bruta não maior que 75%.

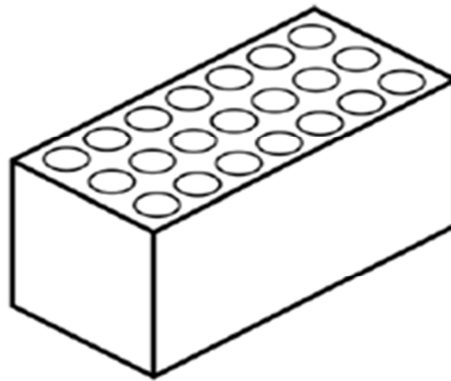


Figura 17 – Bloco cerâmico estrutural perfurado.

Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

3.2.2.3 dimensões e características dos blocos

As dimensões e características estão indicadas na Tabela 1, de acordo com sua família.

Tabela 1 - Dimensões de Fabricação de blocos cerâmicos estruturais

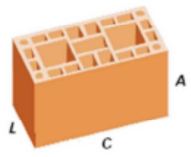
Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação (cm)					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
Bloco principal			¹ / ₂ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)	
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M		19	29	14	26,5	41,4
(5/4)M x (2)M x (4)M		19	39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M		19	39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M		19	39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L;

Bloco T – bloco para amarração em paredes em T;

Fonte: NBR 15270 – (ABNT, 2005).

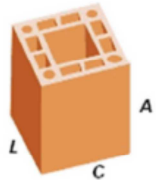
Exemplos de tipo (família) do Bloco (Figuras de 18 a 21):



Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação M ²	Resistência
7	19	39	4,30	3.372	12,5	4.5/6.0 MPa
9	19	29	3,60	4.000	16,5	4.5/6.0 MPa
9	19	39	5,50	2.636	12,5	4.5/6.0 MPa
11,5	19	29	4,00	3.500	16,5	4.5/6.0 MPa
11,5	19	39	5,10	2.700	12,5	4.5/6.0 MPa
14	19	29	4,80	3.000	16,5	4.5/6.0 MPa
14	19	39	5,70	2.200	12,5	4.5/6.0 MPa
19	19	29	5,80	2.200	16,5	4.5/6.0 MPa
19	19	39	7,00	1.900	12,5	4.5/6.0 MPa

Figura 18 – Bloco cerâmico estrutural inteiro.

Fonte: FK – Produtos – Artefatos de Concreto Ltda.



Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação	Resistência
7	19	19	2,25	6.400	-	4.5/6.0 MPa
9	19	14	1,85	8.000	-	4.5/6.0 MPa
9	19	19	2,40	6.000	-	4.5/6.0 MPa
11,5	19	14	2,10	6.500	-	4.5/6.0 MPa
11,5	19	19	2,70	5.500	-	4.5/6.0 MPa
14	19	14	2,50	5.500	-	4.5/6.0 MPa
14	19	19	2,90	4.600	-	4.5/6.0 MPa
19	19	14	3,00	4.600	-	4.5/6.0 MPa
19	19	19	3,60	4.000	-	4.5/6.0 MPa

Figura 19 – Bloco cerâmico estrutural meio.

Fonte: FK – Produtos – Artefatos de Concreto Ltda.



Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação	Resistência
7	19	04/09	-	-	-	4.5/6.0 MPa
7	19	39	4,50	3.222	SECC/8	4.5/6.0 MPa
9	19	02/04/6,4/09	-	-	-	4.5/6.0 MPa
11,5	19	02/04/6,4/09	-	-	-	4.5/6.0 MPa
14	19	02/04/6,4/09	-	-	-	4.5/6.0 MPa
19	19	02/04/6,4/09	-	-	-	4.5/6.0 MPa

Figura 20 – Bloco cerâmico estrutural compensador.

Fonte: FK – Produtos – Artefatos de Concreto Ltda.

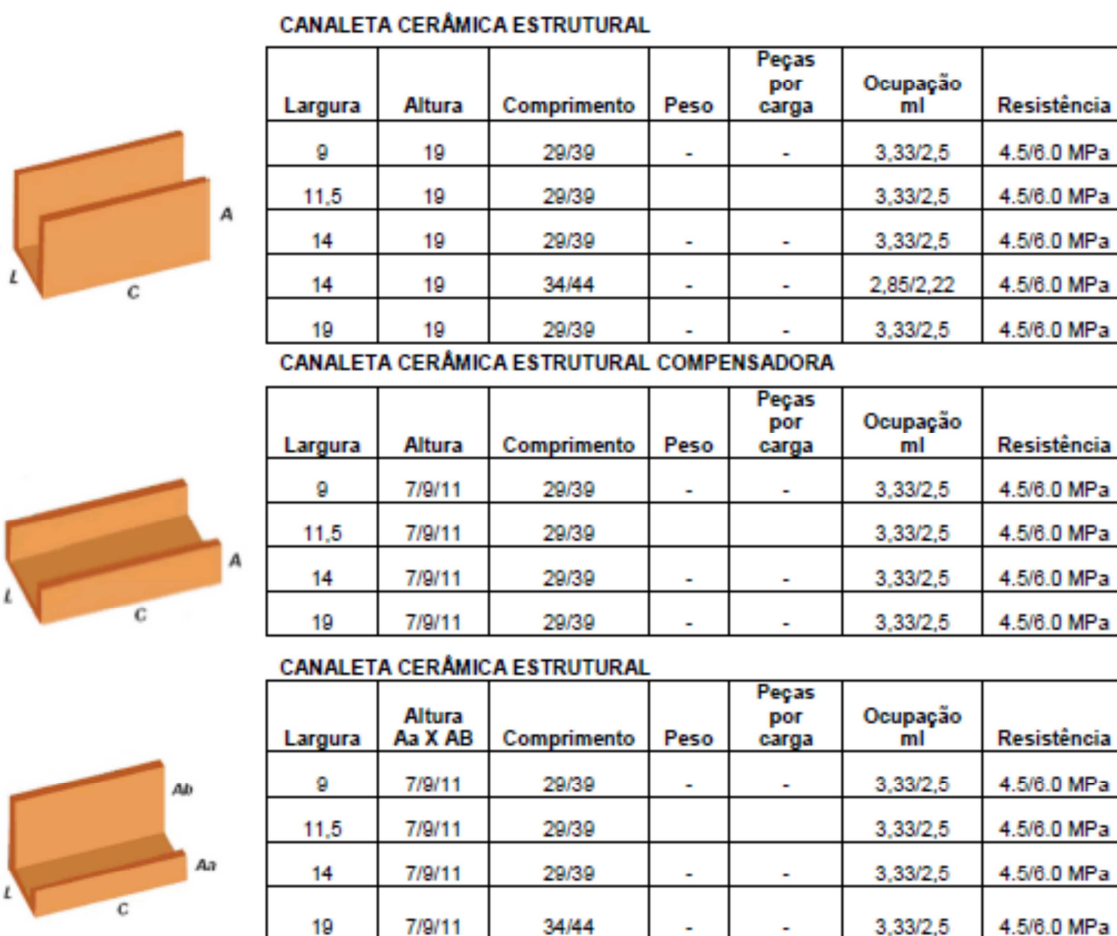


Figura 21 – Canaleta cerâmico estrutural inteiro.

Fonte: FK – Produtos – Artefatos de Concreto Ltda.

Blocos cerâmicos especiais (Figura 22) constituem-se em blocos que venham a facilitar a execução da alvenaria evitando cortes ou quebras.

Podem-se citar como exemplo:

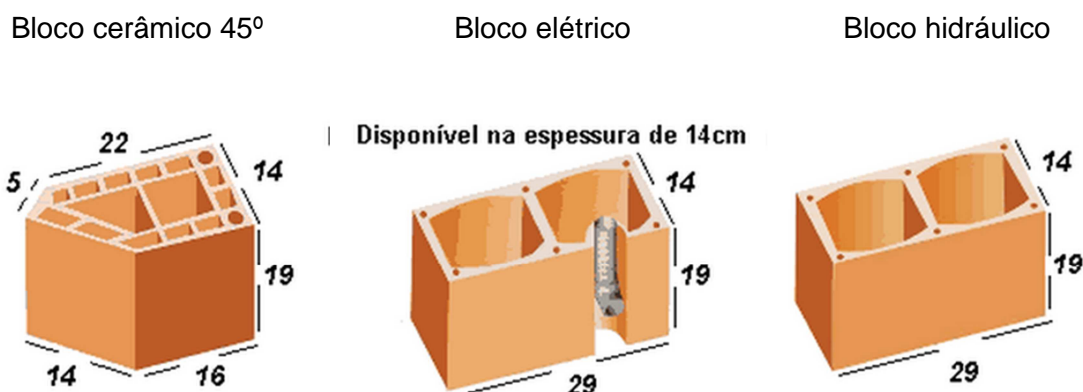


Figura 22 – Bloco 45°, bloco elétrico, e bloco hidráulico.

Fonte: FK – Produtos – Artefatos de Concreto Ltda.

A NBR 15270-3 (ABNT, 2005) – Determina que os ensaios à compressão, devem seguir metodologia e que a resistência mínima à compressão, devem atender os valores indicados na Tabela 02 de acordo com a NBR 7184 (ABNT, 1992).

Tabela 2 - Dimensões de Fabricação de blocos cerâmicos.

Tipo		Resistência à compressão na área bruta* (Mpa)
De vedação	A	1,5
	B	2,4
Portante	C	4,0
	D	7,0
	F	10,0

Fonte: ABNT NBR 7184 (ABNT, 1992).

* Área bruta representa a área de qualquer uma das faces.

3.2.3 Argamassa de assentamento

Argamassa é um elemento adesivo que une os blocos com apoios uniformizados entre eles, solidarizando a alvenaria em uma unidade conjunta, única e coesa (Figura 23).

Segundo Richter (2007) “dependendo da função que a parede exercerá é que se escolhe o tipo de argamassa a ser utilizada, dependendo também das condições de exposição da parede e do tipo de tijolo ou de bloco que compõe a estrutura. No caso das alvenarias como elementos estruturais, tende-se a especificar o uso de argamassas com alto

consumo de cimento e com grande resistência á compressão, porém nem sempre uma argamassa resistente é a mais indicada”.

Devem observar que os blocos estruturais possuem resistências específicas e que a argamassa de assentamento nunca deve ser inferior a resistência específica e calculada para a estrutura como um todo.

Nas tabelas 03 e 04 apresentam-se os traços recomendados com resistências médias.

Tabela 3 - Traços Usuais de Argamassa de acordo com Schmitz.

Traços em Volume cimento:cal:areia	Resistência Prevista para 28 Dias de Obra MPa
1 : 2 : 9	2,5
1 : 1 : 6	4,5
1 : 0,6 : 6	5,8
1 : 0,6 : 5	7,5

Fonte: Schmitz (2008).

Tabela 4 - Traços recomendados com resistências médias.

Tipo de argamassa	Traço em volume			Resistência media aos 28 dias (MPa)
	Cimento	Cal Hidratada	Areia	
M	1	0,25	2,8 a 3,8	17,2
S	1	0,25 a 0,5	2,8 a 4,5	12,4
N	1	0,5 a 1,25	3,4 a 6,8	5,2
O	1	1,25 a 2,5	5,0 a 10,5	2,4

Fonte: Richter (2007) apud American Society for Testing and Materials – ASTM (1987).

É usual na alvenaria estrutural o uso de argamassa industriais prontas ou as que necessitam de adição de água para sua composição final.

A argamassa industrial que necessita apenas da adição de água é a mais comum e utilizada nos canteiros de obra, é comercializada em sacos ou à granel. Essa é estocada na obra em local apropriado e de acordo com a norma específica e deve ser utilizada de acordo com a validade especificada no produto.

Tem-se também a argamassa que chega a obra pronta e armazenada, mantendo suas características, com prazo de validade, enquanto lacradas pela adição de aditivos. Esse tipo não é comum no mercado Brasileiro.



Figura 23 – Assentamento de bloco cerâmico com argamassa.

Fonte: Autor.

Dentre as principais funções e características da argamassa estão:

- unir os blocos formando um conjunto estrutural solidarizado e único;
- distribuir, acomodando as armaduras, em conjunto com a estrutura as cargas e esforços de forma uniforme;
- vedar o conjunto prevenindo intempéries;

Dentre as principais características podem-se citar a baixa deformação de acomodação e a boa trabalhabilidade com obtenção rápida de resistência aos esforços da própria estrutura.

3.2.4 Graute

De acordo com a NBR 8798 (ABNT, 1985), graute, (Figura 24), é definido como “componente utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos com a finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade resistente”, é uma espécie de micro concreto de alta plasticidade, com consistência bastante fluida, que tem a função de aumentar a resistência da estrutura, na alvenaria estrutural sob uma seção transversal com o bloco. Sua resistência é determinada de acordo com o seu objetivo, sendo resistência à compressão da alvenaria estrutural estabelecida de acordo com a

NBR 8798 (ABNT, 1985), devendo apresentar resistência ≥ 14 MPa ou valor expresso no projeto da obra. É recomendado que a resistência do grauteamento atinja no mínimo uma resistência duas vezes maior que a resistência do bloco, e o grauteamento deve ser aplicado nos locais expressos, previstos em projetos e calculados por especialistas.



Figura 24 – Graute sendo utilizado em local previsto.

Fonte: Cerâmica Salema Ltda.

Graute é composto basicamente por cimento, cal, água, e agregados, ou de areia e cimento, pode ser classificado como graute fino, e de areia cimento e brita, como graute grosso.

Tabela 5 - Traços usuais de Concreto Graute.

Traços em Volume (cimento: cal: areia)	Resistência Aproximada aos 28 Dias (em Obra) (MPa)
1: 0,10 : 2,49	12,8
1: 0,10: 1,82	28,2

Fonte: Manual da Alvenaria – Cerâmica Loren Zetti

<http://files.jfsites.com.br/kosmos/files/2013/08/Manual-Alvenaria-Estrutural.pdf>.

Deve-se considerar que o conjunto, graute, bloco, e armadura trabalhem de modo a formar um conjunto único. Para isso o graute deve preencher, envolvendo, completamente as armaduras e unificá-la ao bloco, formando uma unidade única.

3.2.5 Armadura

A armadura na alvenaria estrutural possui a função de combater esforços de tração provenientes do carregamento e do peso próprio da alvenaria, a NBR 7480 (ABNT, 1996) mostra como se deve estocar e manusear as barras de aço.

3.2.6 Laboratório

É no laboratório que garante-se a qualidade do produto. Utilizando-se os testes nos corpos de provas onde são observados a aparência visual, os formatos, com a verificação dimensional, a resistência mecânica, a absorção de água e etc, (Figura 25). Os blocos devem atender as especificações da NBR 45270-2 (ABNT, 2003), trazendo gravada a identificação do fabricante, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, em baixo relevo, sem que isso prejudique o produto. Deve constar também (Largura “L” x altura “H” x comprimento “C”) em centímetro.

Nota – antes da entrega, quando o produto estiver sendo armazenado, no seu manuseio, deve-se observar alguns aspectos visuais do bloco que precisam ser corrigidos antes da entrega, tais como rebarbas e ranhuras que devem ser observados antes mesmo de irem ao forno para queima.



Figura 25 – Fotos retiradas do laboratório da Cerâmica Jacarandá.

Fonte: Autor.

Nota:

Ranhura: Frisos na superfície externas do bloco;

Corpo de prova: Exemplar ou amostra para ensaio laboratorial;

Rebarba: material oriundo do corte do bloco, de fácil remoção;

Variação dimensional: diferença entre dimensões obtidas em medições individuais de acordo com a Norma.

4. CONCEITOS BÁSICOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL CERÂMICA

4.1 Gerenciamento e Projetos

Para um bom gerenciamento de uma obra os projetos, metodologias e tecnologias, suprimentos, organização de produção e mão de obra, devem estar alinhados. Para isso o gerente da obra precisa entender um pouco de cada assunto e das etapas cruciais para a execução da obra.

Segundo Tauil e Nese (2010), “o projeto de alvenaria estrutural, pela sua importância no todo da edificação, é o desenho preciso de cada lâmina de parede que sustentará a edificação trabalhando em conjunto com outras em todos os sentidos e nas 3 direções ou coordenadas. É o projeto que substitui a estrutura de concreto formada por pilares e vigas.”

O projeto de alvenaria estrutural é diferente dos projetos convencionais em que se usa concreto armado, pois ele depende da integração dos diferentes tipos de projetos, que por sua vez devem ser desenvolvidos em conjunto. É através de um projeto bem definido que se consegue uma boa coordenação do sistema como um todo. O projeto arquitetônico deve ser visto como o precursor referencial da edificação, pois os outros projetos são determinados através dele, e é ele quem define o formato da obra. O sistema em alvenaria estrutural em bloco cerâmico, tem que ter na integração a coordenação de todos os projetos, para que todas as etapas de desenvolvimento possam ser controladas, interligando seus participantes.

Esta integração é a responsável pela comunicação entre as diversas etapas do empreendimento gerenciando a produção, com coerência entre o produto e o projeto. A seguir tem-se um exemplo de sequência resumo das atividades de um projeto.

De acordo com Tauil e Nesse, (2010), os projetos deveriam seguir as etapas apresentadas na (Figura 26).



Figura 26 – Sequência resumo das atividades de um projeto segundo Taui e Nesse, (2010).

Fonte: Taui e Nesse, (2010).

4.2 Modulação e Paginação

A modulação é um arranjo de ajuste arquitetônico que coordena o posicionamento dos blocos onde suas dimensões devem seguir um padrão modular implicando no cálculo de todas as dimensões, (Figura 27), para que sejam múltiplos ou submúltiplos do bloco a ser utilizado. Temo como objetivo realizar a obra sem improvisação ou desperdícios, reduzindo custos.

O bloco é uma unidade e é o componente básico da alvenaria estrutural, e como não pode ser cortado, são suas dimensões, que definem a modulação vertical e horizontal, para que seja possível o ajuste das unidades na planta. Isso implica que os comprimentos e alturas sejam iguais ou múltiplos ou submúltiplos, escolhendo a melhor solução, evitando uma má distribuição em desacordo com o projeto.

4.2.1 Modulação horizontal e vertical

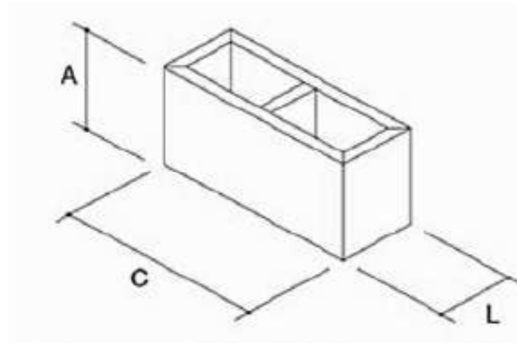


Figura 27 – Dimensões de uma unidade.

Fonte: Ramalho e Corrêa (2003).

Em uma obra racionalizada a alvenaria estrutural em bloco cerâmico, deve ter todas as dimensões moduladas e múltiplas, (Figura 28). Em uma modulação horizontal o projeto deve ter o comprimento modular múltiplo de 15 cm ou 20 cm, (isso porque na largura nominal de 14 cm e 19 cm soma-se 1 cm de espessura da junta) para que as medidas internas e externas com paredes sejam ajustadas de acordo com os módulos. Na modulação vertical ajusta-se a distância do piso ao teto, usualmente com blocos com 20 cm de altura (altura nominal de 19 cm somando-se 1 cm de espessura de junta).

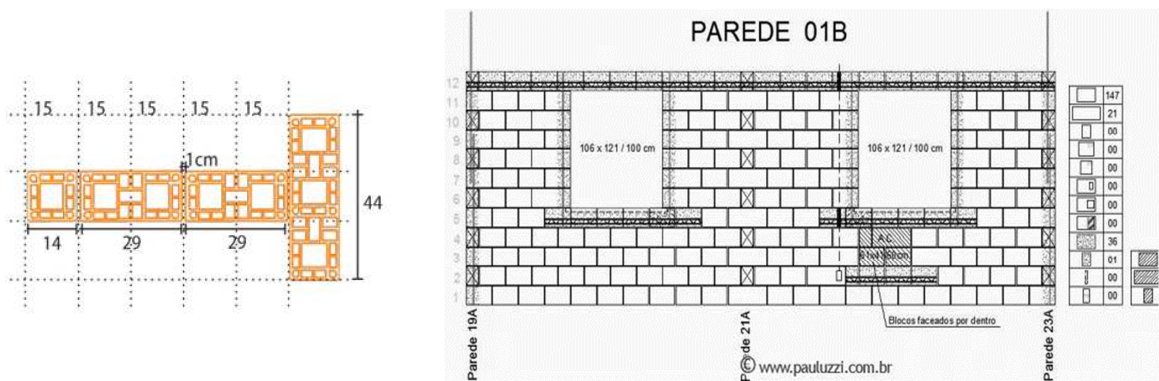


Figura 28 – Modulação horizontal e vertical.

Fonte: *Pauluzzi* Produtos Cerâmicos Ltda.

4.2.2 Amarração das paredes

No projeto de execução da alvenaria é indispensável que se tenha o tipo de amarração das paredes. De acordo com a NBR 10837 (ABNT, 1989) – “a união e solidarização de

paredes que se cruzam podem ocorrer pela amarração direta ou pela indireta” (Figura 29).

Na amarração direta os blocos são entrelaçados alternadamente na parede, 50% deles penetram alternadamente na parede interceptada. Já na amarração indireta, há disposição de barras, telas ou peças que auxiliam na solidarização da parede. É ideal que a dimensão do comprimento dos blocos sejam múltiplos da espessura, para evitar o uso de sistemas especiais e facilitar a amarração.

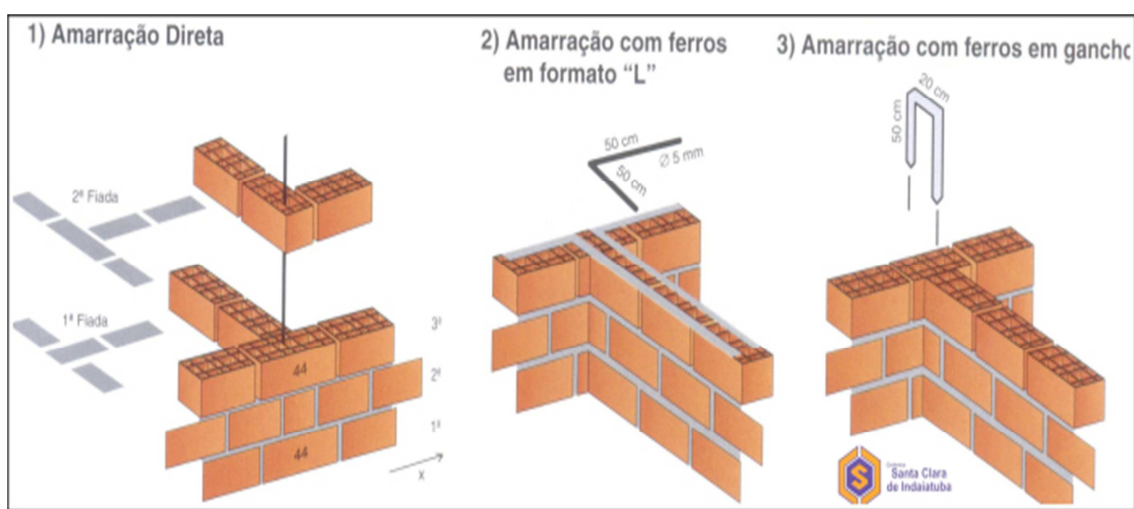


Figura 29 – Amarração Direta e indireta com uso de barra e ganchos ou grampo.

Fonte: Cerâmica Santa Clara de Indaiatuba Ltda.

São dois os tipos de amarração, em “L” e em “T”, (Figura 30), ou em cruz, sendo bom observar que a amarração com o uso de ferragens vertical economiza no uso de graute, grampos e ferragens.

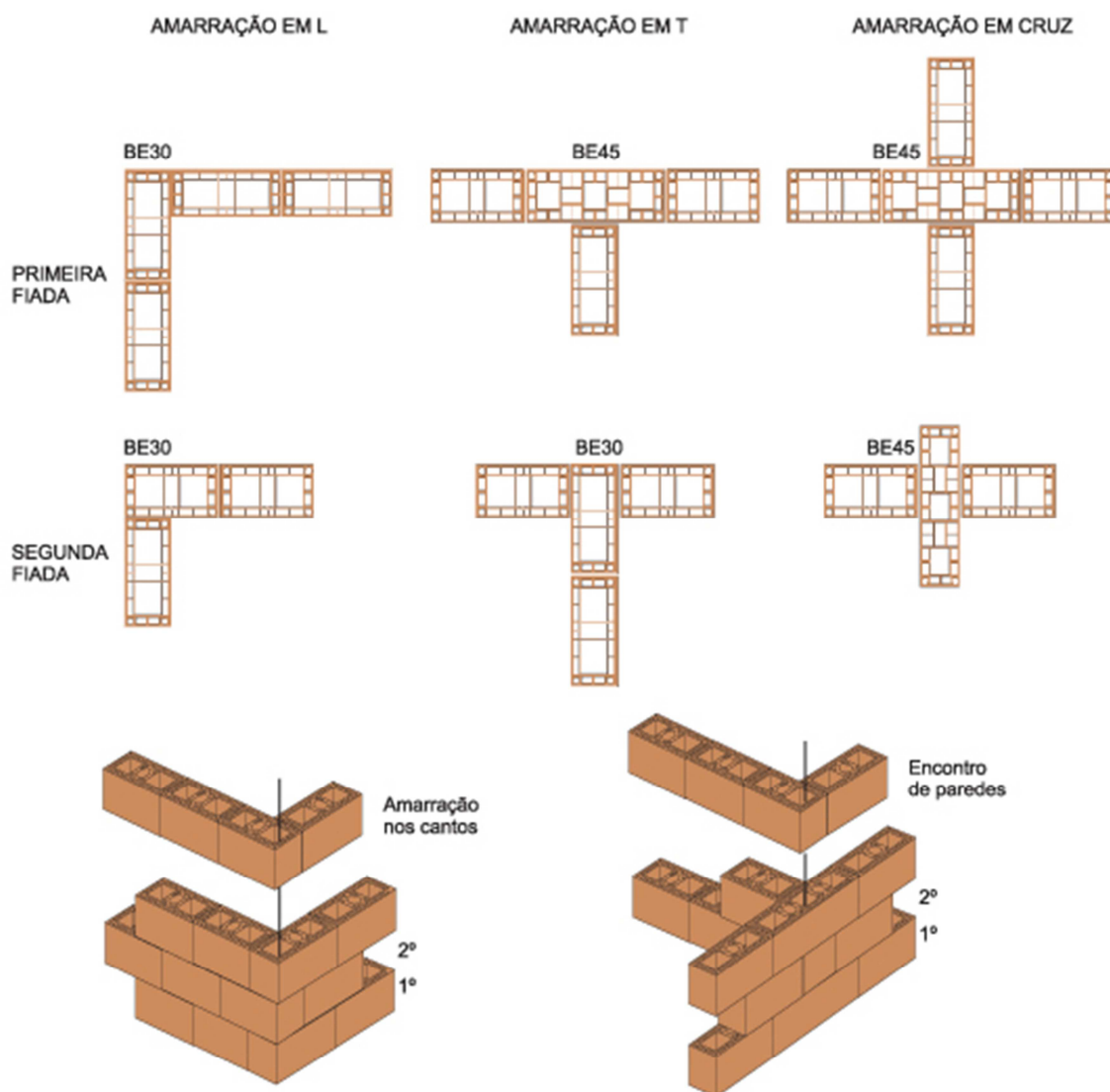


Figura 30 – Amarração em “L”, em “T” e em “Cruz” com uso de ferragem vertical.
 Fonte: Selecta Soluções em Blocos Ltda.

4.2.3 Simetria

Simetria na alvenaria estrutural é a distribuição uniforme e racional dos carregamentos, com equilíbrio entre a distribuição das paredes e suas resistências com a área, de acordo com a planta, sem que haja a necessidade de sistemas com resistências diferentes das parede.

4.3 Subsistemas

Os subsistemas são instalações executadas na obra que podem interferir na produtividade, dentre os principais subsistemas podem-se citar as instalações elétricas e as instalações hidráulicas.

4.3.1 Instalações elétricas

O projeto elétrico é composto das tubulações de elétrica, telefonia, antena coletiva, interfonos, e outros. No sistema de alvenaria estrutural, os eletrodutos são planejados para que passem pelos vãos vazados dos blocos, não comprometendo a estrutura com rasgos principalmente na horizontal. São usados em alguns casos blocos especiais como os já citados anteriormente. Quadros de distribuição e outros que provoquem rasgos ou cortes nos blocos devem ser informados para que possam ser dimensionados prevendo eventual reforço devido a integridade da estrutura. Ou seja, todas informações da instalação elétrica devem estar incluídas no projeto, e serem repassadas ao projeto estrutural para que não haja risco quanto a integridade estrutural da parede, que pode vir a ser prejudicada por qualquer tipo de abertura.

Na instalação elétrica a distribuição horizontal é feita geralmente pela laje sendo possível também pelo piso, ficando os eletrodutos embutidos (Figura 31 e 32), passando por dentro dos vãos dos furos dos blocos. Não há rasgos ou cortes na parede. As caixas de tomadas, interruptores ou outras do tipo podem ser previamente fixadas nos blocos, desde que tenham sido planejadas em projetos.

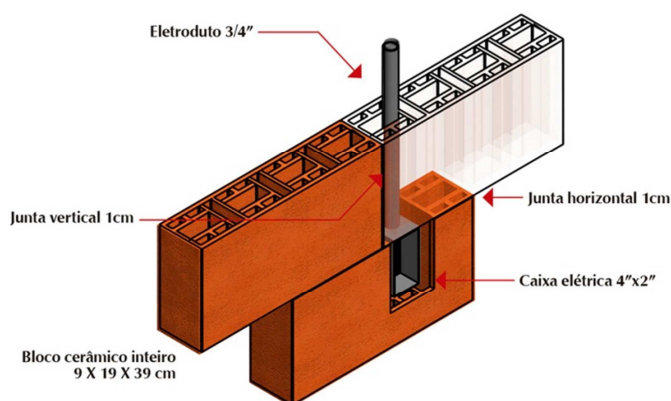


Figura 31— Eletroduto embutido dentro do bloco com caixa fixada no bloco.

Fonte: Selecta Soluções em Blocos Ltda.

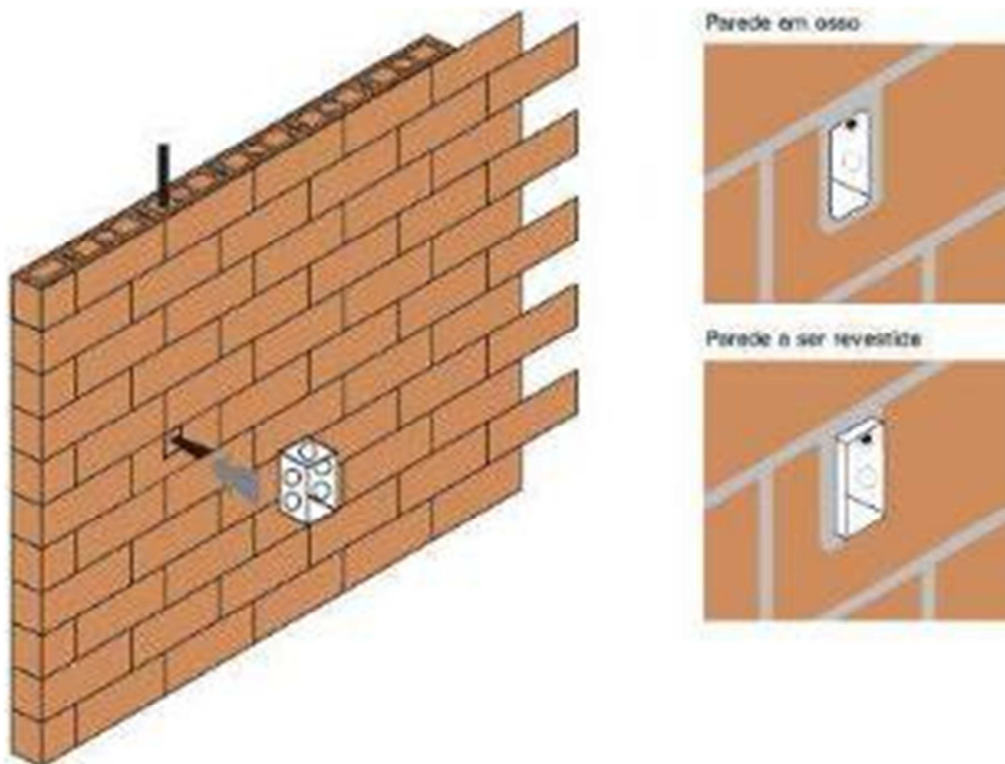


Figura 32 – Detalhamento da instalação elétrica.

Fonte: Selecta Soluções em Blocos Ltda.

4.3.2 Instalações hidráulicas

De acordo com a NBR 10837 (ANBN, 1989) – “Cálculo da alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto” é proibida a passagem de tubulação que conduza fluídos dentro das paredes com função estrutural. O ideal é o uso de shafts, e forros falsos, como alternativas. O ideal com isso é que as áreas molhadas fiquem próximas.

É possível a passagem da instalação hidráulica por dentro da parede, quando não há necessidade de retrabalho, ou seja não precise de abrir rasgos ou cortes depois da conclusão da alvenaria. Isso somente quando as instalações hidráulicas forem concebidas e dimensionadas em projetos, principalmente no estrutural, com reforços calculados.

Outra opção é o uso de blocos especiais como os já citados (Figura 33).

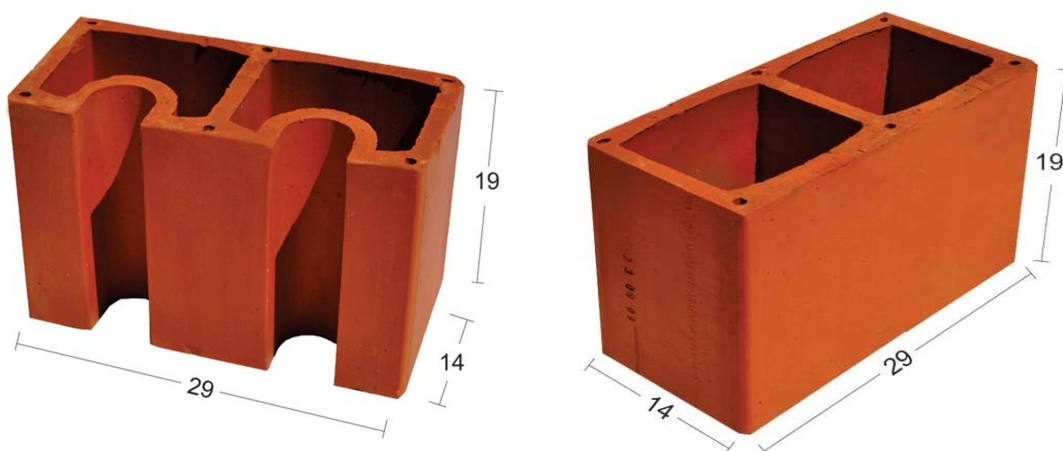


Figura 33 – Blocos especiais hidráulicos.

Fonte: Cerâmica Ltda.

4.3.3 Ferramentas e equipamentos

Na execução das alvenarias estruturais em bloco cerâmico, são necessários usos de ferramentas (Figura 34) e equipamentos que facilitem a mão de obra garantindo qualidade e precisão na obra. Existem várias ferramentas e equipamentos para a execução de uma alvenaria. A seguir segue uma lista básica de ferramentas e equipamentos necessários (Figura 35): colher de pedreiro, prumo, régua prumo-nível, esquadro, trena, nível alemão ou a laser, escantilhão, andaime, argamassadeira, bisnaga ou palheta, esticador de linha, brocha, caixote, gabaritos diversos, caneca e funil, carrinho e fio traçador de linha dentre outros.



Figura 34 – Ferramentas.

Fonte: Dreamstime Photography Companion.

 <p>Colher de pedreiro</p> <p>www.dicascaseiras.com</p>	 <p>prumo</p> <p>http://www.lojadomecanico.com.br/</p>	 <p>Régua-prumo</p> <p>http://marquiip.com.br/</p>	 <p>Esquadro</p> <p>http://www.lojadomecanico.com.br/</p>
 <p>Trena</p> <p>http://www.somarcas.com.br/</p>	 <p>Nível alemão</p> <p>http://www.selectablocos.com.br/</p>	 <p>Escantilhão</p> <p>http://www.selectablocos.com.br/</p>	 <p>Andaime</p> <p>www.construirsustentavel.com.br</p>
 <p>Argamassadeira</p> <p>www.comunidade-da-construcao.com.br</p>	 <p>palheta</p> <p>© www.pauluzzi.com.br</p> <p>palheta</p> <p>http://www.pauluzzi.com.br/</p>	 <p>Bisnaga</p> <p>http://www.selectablocos.com.br/</p>	 <p>Esticador de linha</p> <p>http://solucoesparacidades.com.br/</p>
 <p>Brocha</p> <p>http://mapadaobra.com.br/</p>	 <p>Caixote</p> <p>masseira metálica</p> <p>© www.pauluzzi.com.br</p> <p>http://www.pauluzzi.com.br/</p>	 <p>Gabarito janela</p> <p>http://www.equipamentosfa.com.br</p>	 <p>Caneca e funil</p> <p>http://www.scanmetal.com.br</p>
 <p>Carrinho</p> <p>http://pt.dreamstime.com/</p>	 <p>traçador de linha</p> <p>http://www.reformafacil.com.br/</p>		

Figura 35 – Lista básica de ferramentas e equipamentos.

Fontes: Indicadas abaixo das figuras.

4.3.4 Impermeabilização

A NBR 9575 (ABNT, 2010) recomenda o uso de impermeabilização para evitar ou amenizar a umidade ascendente para as paredes. Entre os métodos de impermeabilização, é necessário conhecimento específico para cada caso. Para isso devem consultar o “IBI – Instituto Brasileiro de impermeabilização”, nele conseguirem as melhores indicações e metodologias para cada caso.

Vale destacar que no Brasil, principalmente em Minas Gerais, os tipos de fundações mais utilizadas são sapata corrida e Radier, (Figura 36).

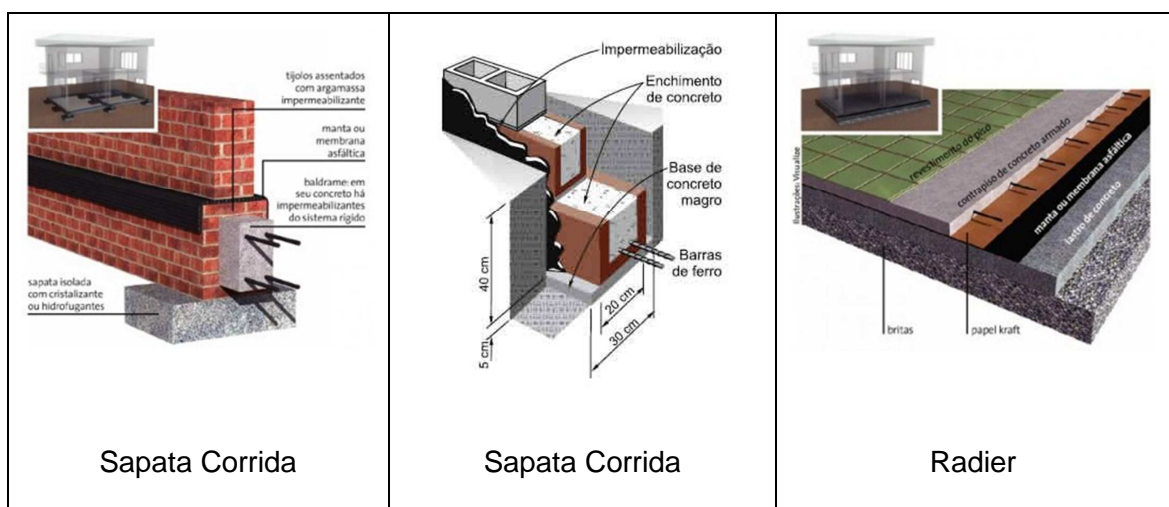


Figura 36 – Detalhes de fundações com impermeabilização.

Fonte: Revista Pittcon Conference & Expo.

5. TÉCNICAS DE EXECUÇÃO

Antes de começar a execução da obra racionalizada de alvenaria estrutural cerâmica, deve-se ter um planejamento segmentado das etapas, com dimensionamento de equipes com o objetivo de otimizar o aumento da produtividade.

5.1 Marcação e Elevação

Depois de estarem prontos:

- A fundação, seja por sapata corrida, radier ou outra qualquer que tenha sido dimensionada para a obra;
- O contrapiso concretado;
- Os arranques das armaduras verticais colocados de acordo com a indicação dos projetos;
- Instalações.

Tem-se dois serviços distintos para começar a execução da alvenaria estrutural em bloco cerâmico: a marcação e a elevação.

✓ Marcação

Marcação ou construção da primeira fiada é a locação precisa geométrica do conjunto, que caminha de acordo com a planta da primeira fiada. Esta etapa consiste em garantir as medidas, esquadro, planicidade, nivelamento, e prumo. Para isso são usados os blocos estratégicos, (são aqueles de cantos ou de encontro das paredes ou os que determinam as aberturas de portas), que são os primeiros a serem assentados na marcação.

Com auxílio de nível, laser ou alemão (Figura 37), encontra-se o ponto mais alto, e através dele assenta-se o primeiro bloco que servirá de referência com uma tolerância de 10 mm de nível. A primeira fiada de blocos é feita com uso de linha de pedreiro, partindo dos blocos estratégicos, com alinhamento. Na segunda fiada e demais devem observar o fator amarração com entrelaçamento dos blocos, (Figura 38).

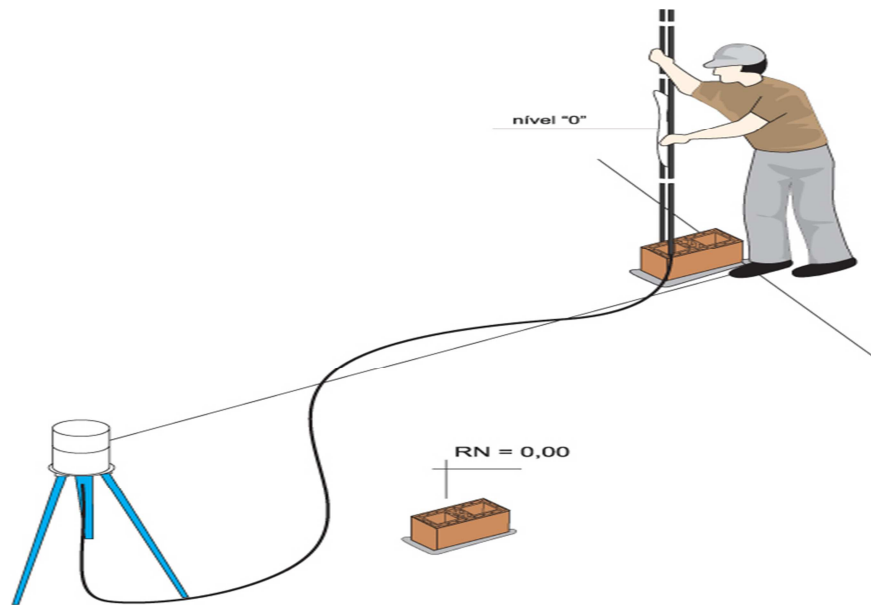


Figura 37 – Nível alemão.

Fonte: <http://www.selectablocos.com.br/>.

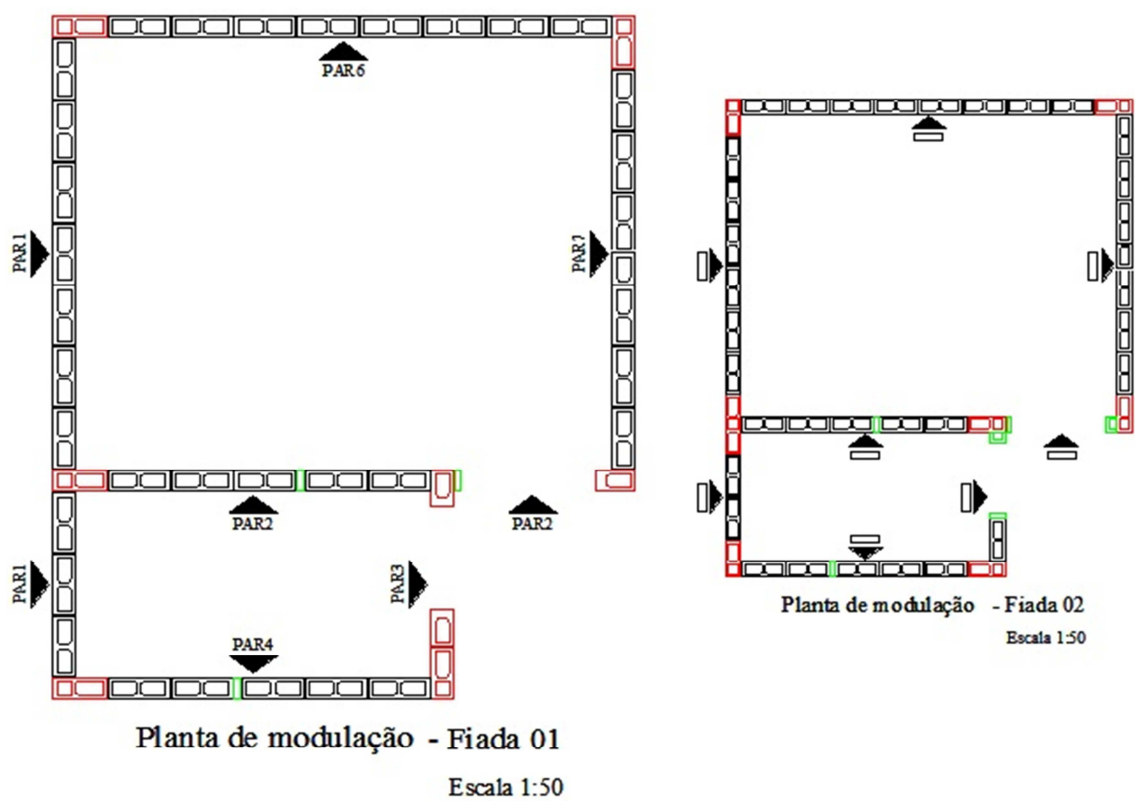


Figura 38 – Planta de modulação da primeira e segunda fiada.

Fonte: <http://www.altoqi.com.br/>.

✓ Elevação

Tendo concluído a primeira fiada, verificar o nível e alinhamento, bem como as demais locações estipuladas na planta da primeira fiada. A partir daí, faz-se a elevação da alvenaria (Figura 39), que consiste na execução da segunda e demais fiadas da alvenaria. Os cantos e encontros das paredes devem ser tratados como caso especial, pois são pontos que recebem reforço estrutural de grauteamento, é recomendado em alvenaria estrutural o uso de escantilhão para garantir prumo, nível e alinhamento. É nesta etapa o projeto referencia detalhadamente a amarração e modulação das paredes e se assentam, de acordo com o projeto, a parte elétrica e hidráulica.

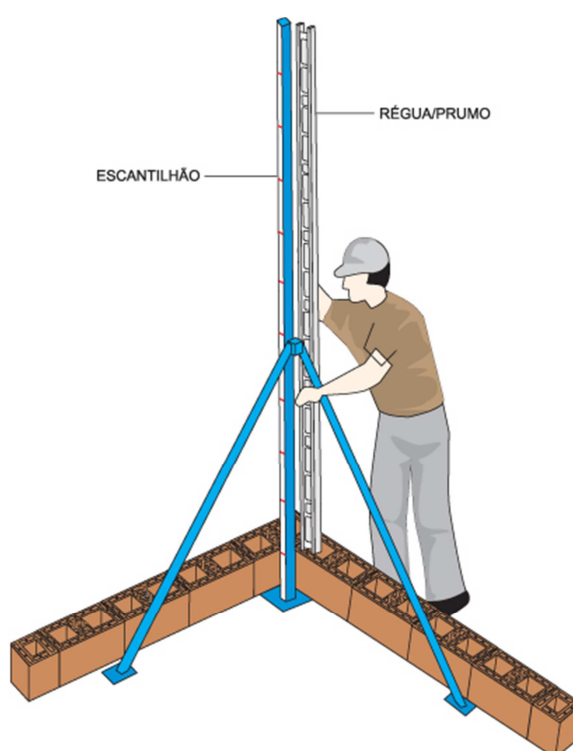


Figura 39 – Uso de escantilhão auxiliando nos encontros da alvenaria.

Fonte: Selecta Soluções em Blocos Ltda.

Os blocos devem ser posicionados enquanto a argamassa estiver trabalhável, e os cordões ou juntas de argamassa, que devem ter 10 mm de espessura, devem ser aplicados para terem a maior aderência possível e fixarem as unidades de forma coesa e em conjunto com a estrutura.

5.2 Mão de Obra

A qualidade da mão de obra é fator determinante neste tipo de obra. Não são suficientes projetos, tecnologias e materiais excelentes se não houver mão de obra especializada. Esta deve ser treinada, capacitada e especializada.

Para uma obra bem sucedida deve-se sempre utilizar mão de obra especializada, pois é ela que influencia no fator de produtividade e quem garante um produto final de qualidade.

6. PRINCIPAIS PATOLOGIAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Patologia é o estudo das doenças, deriva do grego pathos, que significa doença, e logia, que significa ciência ou estudo. Na engenharia é conhecida como “Patologia das Edificações”, estuda as anomalias ou manifestações patológicas (doenças) que podem ocorrer em uma edificação.

6.1 Fissuras

Fissuras é o tipo de anomalia mais comum nas edificações e por consequência a principal nas alvenarias estruturais.

Segundo BAUER, 2007 - são diversos os fatores que podem contribuir para o aparecimento de anomalias:

- blocos: dimensões incorretas, mal acabamento superficial e principalmente resistência abaixo do especificado;
- argamassa de assentamento: resistência a compressão abaixo do especificado e retenção de água por retração;
- recalque diferenciados em fundações;
- movimentação higroscópicas e térmicas;
- eflorescências;
- infiltração de água pelas juntas de assentamento;
- infiltração de água pelas fissuras;
- infiltração de água pelos componentes da alvenaria ou devido a outros fatores.

Sua análise ajuda a detectar causas prevenindo e encontrando soluções para recuperação. Em geral são originadas quando as cargas atuantes excedem a capacidade resistente da estrutura solicitada. O tipo de fissura, inclinação, espaçamento ou espessura, e época de surgimento ajudam no diagnóstico da anomalia.

As fissuras podem ocorrer de forma vertical (Figura 40), no todo ao longo da parede, em função principalmente da deformação da argamassa de assentamento e da fissuração de blocos por flexão local.

6.1.1 Fissuras verticais

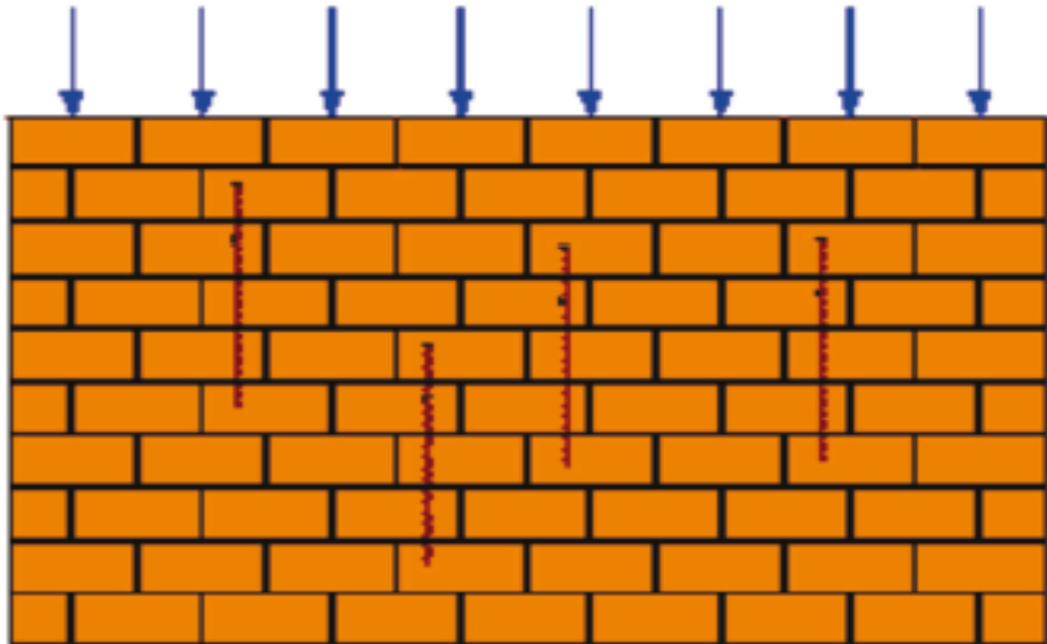


Figura 40 – Fissuras verticais ao longo da parede.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

Ocorrem também verticalmente, em dois casos: - ao longo das juntas, (Figura 41), quando a resistência à tração do bloco é superior a tração da argamassa de assentamento, - e quando a resistência à tração do bloco for menor ou igual a da argamassa de assentamento.

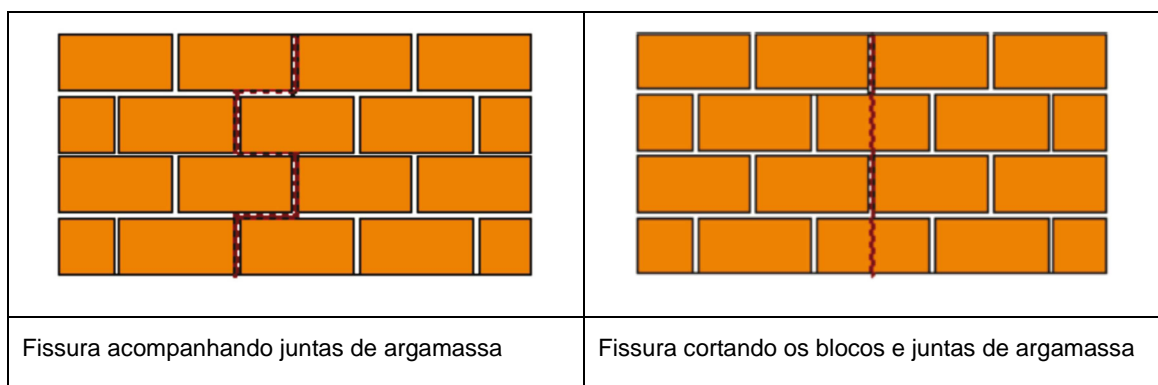


Figura 41 – Fissuras verticais acompanhando juntas e cortando o bloco.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

6.1.2 Fissuras inclinadas

Para fissuras inclinadas (Figura 42), as principais causas são a inexistência de vergas e contravergas ou seu subdimensionamento. Aparecerão a partir dos vértices das aberturas de janelas e portas pela concentração de tensões quando houver esmagamento localizado formando fissuras a partir da transmissão da carga, por falta de uma correta distribuição dos esforços.

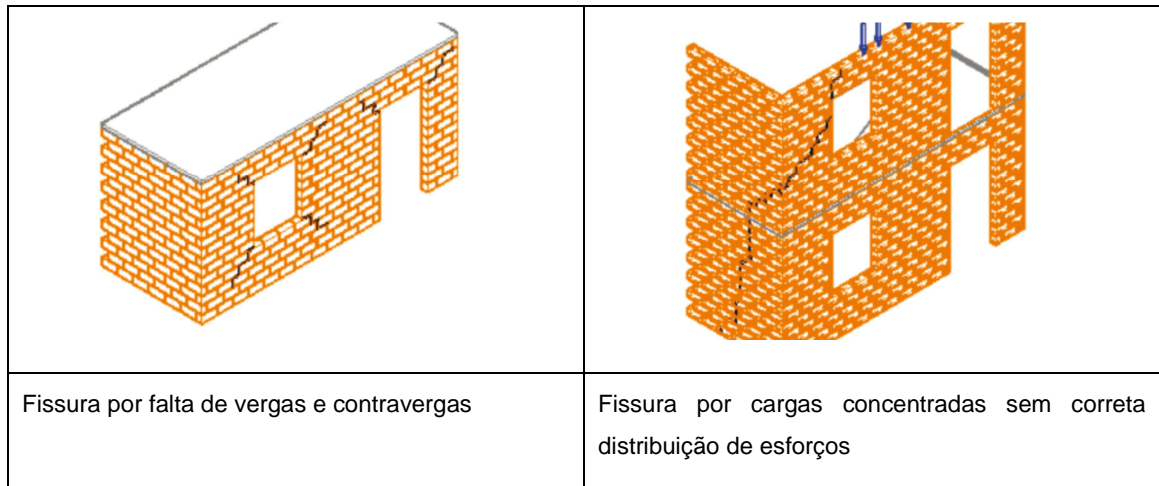


Figura 42 – Fissuras inclinadas.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

Outro tipo de fissura inclinada é por falha de projeto ou mal dimensionamento da fundação, por falta de homogeneidade do solo, rebaixamento do lençol de água, compactação diferenciada, aterros e influência de fundações vizinhas provocando recalques diferenciados, com fissuras diagonais em direção do maior recalque (Figura 43).

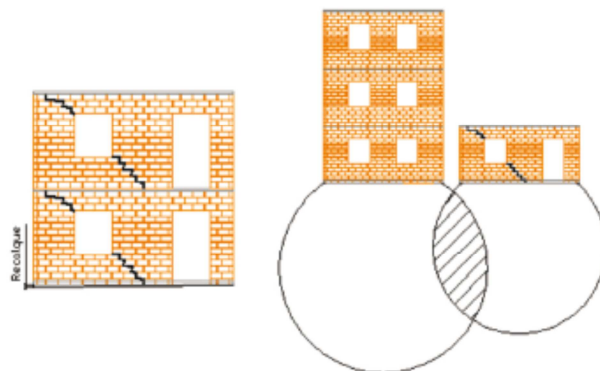


Figura 43 – Fissuras por recalque diferenciado.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

6.1.3 Fissuras por higroscopicidade

Ocorre por absorção de água. Quando o material é poroso, as alvenarias sofrerão movimentação com expansão por higroscopicidade nas regiões sujeitas a ação da umidade que podem provocar fissuras verticais e inclinadas na alvenaria (Figura 44).

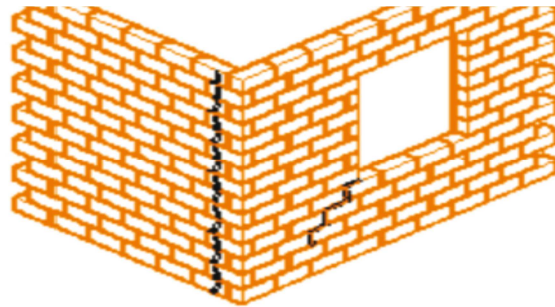


Figura 44 – Fissuras por higroscopicidade.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

6.1.4 Fissuras por eflorescências

As fissuras por eflorescência são causadas por reações químicas que se agravam devido ao meio agressivo, usado na construção das alvenarias (Figura 45).



Figura 45 – Configurações típicas de ataques por reações químicas.

Fonte: RICHTER, 2007.

Segue tabela com natureza química das eflorescências:

Quadro 1 – Natureza química das eflorescências.

Composição Química	Fonte Provável	Solubilidade em Água
Carbonato de Cálcio	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto	Pouco solúvel
Carbonato de Magnésio	Carbonatação da cal lixiviada de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de Potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Carbonato de Sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Hidróxido de Cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Solúvel
Sulfato de Magnésio	Água de amassamento	Solúvel
Sulfato de Cálcio	Água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de Potássio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de Sódio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Cálcio	Água de amassamento, limpeza com ácido muriático	Muito solúvel
Cloreto de Magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Alumínio	Limpeza com ácido muriático	Solúvel
Cloreto de Ferro	Limpeza com ácido muriático	Solúvel

Fonte: Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto de BAUER, 2007.

6.1.5 Fissuras horizontais

Sobrecargas verticais podem gerar fissuras horizontais pelo esmagamento da argamassa das juntas de assentamento. Este tipo de fissura aparece também quando a alvenaria está submetida à flexocompressão (Figura 46).

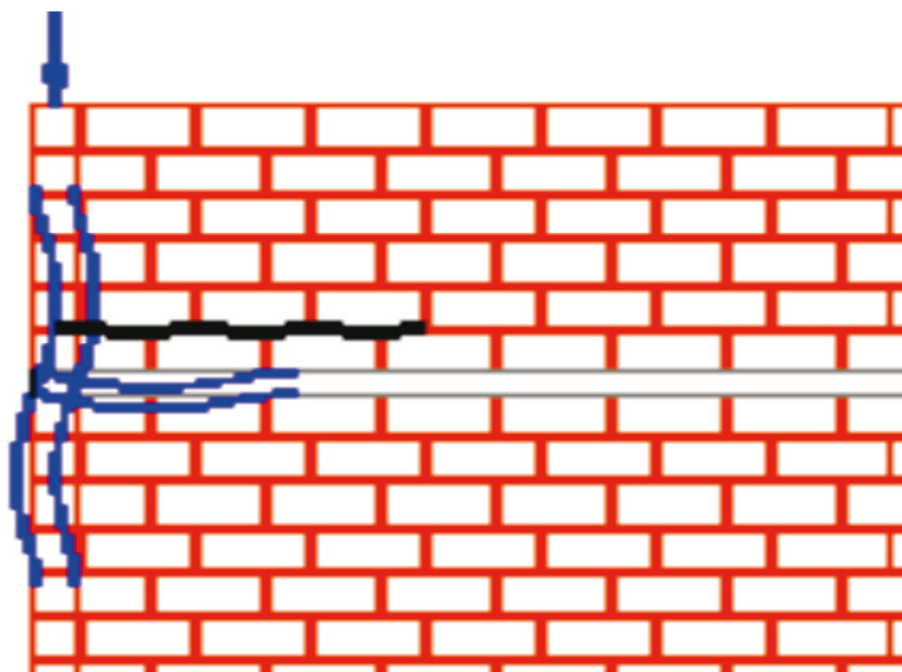


Figura 46 – Fissura por flexocompressão.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

A expansão diferenciada das fiadas dos blocos e cura da laje que pode causar retração, podem provocar também fissuras horizontais (Figura 47).

A movimentação térmica pode provocar fissuras idênticas as das movimentações higroscópicas e as de retração por secagem de laje. Podem essas serem prevenidas com o uso de cimento rígido ou sistemas de apoio deslizante.

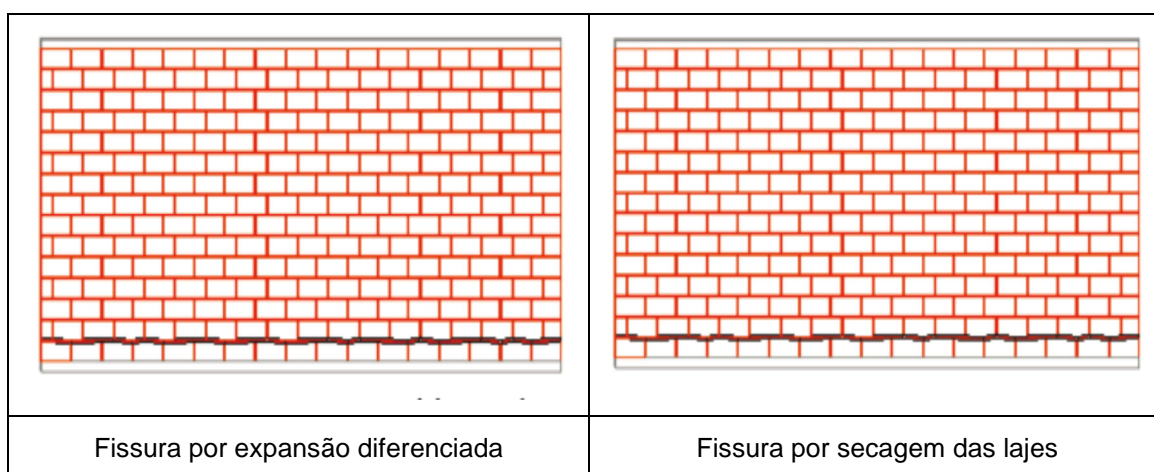


Figura 47 – Fissuras por expansão diferenciadas e por retração de secagem das lajes.

Fonte: Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 - jul./dez. 2010.

6.1.6 Como evitar as patologias

Em síntese, quanto as patologias, um projeto executivo de alvenaria estrutural e fundação, com um controle de execução seguido à risca, bem concebido, dimensionado e o com análise preventiva de especialista, pode reduzir significativamente as anomalias neste processo e suas consequências com o objetivo de obter um produto de qualidade.

7. PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS

7.1 Principais Vantagens de se Usar o Sistema em Bloco Cerâmico Estrutural

Será escolhido um sistema, buscando o objetivo de encontrar meios de agilizar e otimizar uma obra reduzindo custos e obtendo qualidade. O sistema em alvenaria estrutural de bloco cerâmico apresenta técnicas simples de execução, proporcionando otimização à construção.

Trata-se de um sistema construtivo racionalizado e com menor diversidade de materiais, pois exclui as formas para vigas, pilares e no caso de blocos aparentes, dispensam revestimento externo. Reduz o número de especializações da mão de obra, é o caso do armador e do carpinteiro em determinadas etapas da obra.

A alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas:

- Redução de custos - está relacionada à adequada aplicação das técnicas, projetos e execução. Segundo a literatura, feita de maneira correta, consegue-se uma redução de até 30%, isso devido principalmente a simplificação das técnicas de execução e na economia de formas e escoramento;
- Técnica executiva simplificada;
- Economia de fôrmas, já que não é necessário vigas, pilares, e a mão de obra que seria utilizada nestes elementos. As formas quando existirem se limitarão às necessárias para execução das concretagens das lajes;
- Menor diversidade de materiais, reduzindo também o número de subempreiteiras na obra;
- Maior rapidez de execução, decorrente da simplificação das técnicas construtivas;
- Rusbutez estrutural, apresenta maior segurança frente a patologias, quando bem executada, decorrente da própria característica estrutural, por ser resistente à danos patológicos decorrentes de movimentação;
- Redução de revestimentos, por utilizar blocos de qualidade e controlados o revestimento interno é feito na grande maioria por uma simples camada de gesso, aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos;

Dentre outras vantagens:

- Facilidade de treinamento de mão de obra;

- Facilidade de controle;
- Excelente flexibilidade e versatilidade, principalmente quanto a projetos, planejamentos e execução;
- Melhor integração entre sistemas.

7. 2 Principais desvantagens

As principais desvantagem são:

- A restrição do projeto arquitetônico pela concepção estrutural. Não são permitidas alterações no arranjo arquitetônicas para novas necessidades, o usuário não pode remover paredes;
- Os projetos interdependem-se, (arquitetônico, estrutural e instalações), não aceitando remanejamento ou adaptações dos posicionamentos dos tubos, conduites ou outros do tipo, estes devem seguir exatamente o projeto;
- Controle de qualidade maior e eficiente na execução;
- Mão de obra tem que ser qualificada e previamente treinada.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho de alvenaria estrutural cerâmica e suas principais patologias, pode-se concluir que este sistema é de simples execução, e que este como qualquer outro tipo de empreendimento bem sucedido, deve seguir rigorosamente os fatores fundamentais.

Conforme Penteado, (2003) são cinco os fatores fundamentais que devem ser seguidos rigorosamente:

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

A obra neste tipo de sistema depende de planejamento, de projeto calculado e dimensionado por especialistas, e que como qualquer outra obra, deve seguir segmentada em todas as etapas planejadas e de acordo com seus projetos.

Os projetos neste tipo de sistema interdependem-se. E devem observar que a não utilização destes ou falta ou mal dimensionamento, podem causar problemas que gerem futuras patologias, que podem facilmente ser previstas se a obra seguir o caminho correto. Os detalhes construtivos devem ser respeitados, pois além da falta ou má concepção de projetos, os problemas que resultam em patologias, geralmente estão associados a falta de conhecimento técnico e ao uso de mão de obra não qualificada.

O que nos leva a supor que mesmo que comprovada a eficiência e as finalidades da alvenaria neste sistema construtivo, que tem como maior objetivo a redução de custos e redução de tempo de execução, essa nos gera dúvidas quando deparamos com patologias, que podem ser evitadas com conhecimento técnico conforme descrito, monitoramento e mão de obra especializada e treinada, seguindo a risca procedimentos e normas pré-estabelecidos no planejamento e projetos.

Pode-se esperar com todas estas informações, que uma obra utilizando o sistema em alvenaria estrutural cerâmica racionalizada, seja bem sucedida, quando esta é usada de forma correta com integração total das partes envolvidas e desde que sejam seguidas

todas as exigências de projetos e normas, tomando os devidos cuidados e com pelo menos um conhecimento mínimo e básico aqui descritos neste trabalho, que garantem uma boa qualidade na execução da obra.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Construção Industrializada, Manual Técnico da Alvenaria, Projeto Editores Associados, 1990, Patologias - ps. 97, 117, Ércio Thomaz.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - NBR 15812-1: alvenaria estrutural: blocos cerâmicos – Parte 1: projetos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - NBR 15812-2: alvenaria estrutural: blocos cerâmicos – Parte: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - NBR 15270 - 2: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural. Terminologia e Requisitos . Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 08798 - 1985 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1985.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270 - 2 – Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-3 - 2005 - Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7184 – Blocos vazados de concreto simples para a alvenaria – Determinação de resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro. 2005.

BAUER, Roberto José Falcão - CADERNO TÉCNICO AL VENARIA ESTRUTURAL - PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO CT5 – Revista Prisma, publicado pela Editora Mandarim Ltda.

BAUER, Roberto José Falcão. Patologias em alvenaria estrutural de blocos de vazados de concreto. Revista Prima - Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural, São Paulo – 13ª Edição, 2007.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. Curso básico de alvenaria estrutural. UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

Cerâmica Lorenzetti – MANUAL ALVENARIA ESTRUTURAL. Disponível em: <http://files.jfsites.com.br/kosmos/files/2013/08/Manual-Alvenaria-Estrutural.pdf>
Acesso em Maio de 2015.

DALBONE, Adilson Rabello - Patologias em Prédio de Alvenaria Estrutural Inspeção de Curta Duração - Engenharia Estudo e Pesquisa. Santa Maria, v. 10 - n. 2 - p. 27-36 – Maio de 2015.

<http://files.jfsites.com.br/kosmos/files/2013/08/Manual-Alvenaria-Estrutural.pdf>,
acessado em: (03/03/2015).

<http://jacarandanet.com.br/produtos/categoria/linha-estrutural>, acessado em:
(02/03/2015).

<http://jacarandanet.com.br/produtos/categoria/linha-vedacao>, acessado em:
(02/03/2015).

<http://literatortura.com/2014/01/engenheiro-acredita-ter-descoberto-o-metodo-de-construcao-das-piramides-egito/>, acessado em: (12/03/2015).

<http://mapadaobra.com.br/>, acessado em: (02/04/2015).

<http://marquiip.com.br/>, acessado em: (21/11/2015).

<http://pitcon.com.br/>, acessado em: (04/03/2015).

<http://pt.dreamstime.com/>, acessado em: (06/04/2015).

<http://slideplayer.com.br/slide/343397/>, acessado em: (20/04/2015).

<http://solucoesparacidades.com.br/>, acessado em: (20/04/2015).

<http://www.altoqi.com.br/>, acessado em: (22/04/2015).

<http://www.ceramica6.com.br/bloco-hidraulico.php>, acessado em: (20/04/2015).

<http://www.ceramicasalema.com.br/componentes-basicos-da-alvenaria>, acessado em: (20/04/2015).

<http://www.cincera.com.br/vedacao.html>, acessado em: (22/04/2015).

<http://www.egipto.com.br/segredos-piramides-egito/>, acessado em: (12/03/2015).

<http://www.equipamentosfa.com.br>, acessado em: (22/04/2015).

http://www.fkct.com.br/dicas_blocos_ceramicos.html(, acessado em: 20/04/2015).

<http://www.lojadomecanico.com.br/>, acessado em: (22/04/2015).

<http://www.pauluzzi.com.br/>(, acessado em: 20/04/2015).

<http://www.reformafacil.com.br/>, acessado em: (20/04/2015).

<http://www.scanmetal.com.br>, acessado em: (22/04/2015).

<http://www.selectablocos.com.br>, acessado em: (02/03/2015).

<http://www.somarcas.com.br>, acessado em: (20/04/2015).

<https://ceramicasantaclara.wordpress.com>, acessado em: (02/03/2015).

Multibrik S.A. Indústria e Comércio (Cerâmica Selecta) - Manual de Alvenaria Estrutural - Detalhes construtivos. Disponível em: <<http://www.selectablocos.com.br>>. Acesso em: 22 Abril de 2015.

NASCIMENTO NETO, Joel. **Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais**. São Carlos, 1999. 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NEWHOUSE, E. L., ed., *The Builders*, The National Geographic Society, Washington, D.C., 1992.

PARSEKIAN, Guilherme Aris. SOARES, Márcia Melo. Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010.

PENTEADO, Adilson Franco. Gestão da Produção do Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural. Campinas, 2003.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projetos de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: Editora Pini, 2003. 174 p.

RICHTER, Cristiano. Alvenaria estrutural - Processo Construtivo e Racionalizado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2007.

SCHMITZ, Alessandra dos Reis. Alvenaria Estrutural: uma visão do sistema construtivo. 2008. 82 f. Monografia (Tese de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) / Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre, 2008.

Sistemas Construtivos Bricka. Alvenaria Estrutural - Manual de execução e Treinamento. Disponível em: <<http://www.bricka.com.br/downloads/alv-exe.pdf>> Acesso em: 22 mar.2015.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. Alvenaria Estrutural. São Paulo: Editora Pini, 2010. 183 p.

TAUIL, Carlos; Racca, Cid Luiz. Alvenaria Armada. In: Série Racionalização e Construção. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1981, v. 1, p. 17.

Thomaz, Ércio, Trincas em Edifícios - Causas, prevenção e recuperação, IPT - Epusp / Pini, 13ª edição, 1990.

VALLE, J.B.S. Patologia das Alvenarias , 2008. Dissertação (Especialização na Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais.

VALLE, J.B.S. Patologia das Alvenarias , 2008. Dissertação (Especialização na Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais.

VERÇOZA, E. J. Patologias das Edificações, 1991.1a Ed. Editora Sagra. Porto Alegre.

Wikipedia - <http://pt.wikipedia.org/wiki/Alvenaria>, acessado em: (02/03/2015).

www.comunidadeconstrucao.com.br, acessado em: (02/03/2015).

www.construirsustentavel.com.br, acessado em: (05/05/2015).

www.dicascaseiras.com, acessado em: (16/03/2015).