

MANUAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS CERÂMICOS

Autor Humberto Roman

Co- autor Sérgio Parizotto Filho



1 - Apresentação

A alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes de alvenaria e as lajes enrijecedoras funcionam estruturalmente em substituição aos pilares e vigas utilizados nos processos construtivos tradicionais, sendo dimensionado segundo métodos de cálculos racionais e de confiabilidade determinável.

Neste processo construtivo, as paredes constituem-se ao mesmo tempo nos subsistemas estrutura e vedação, fato que proporciona uma maior simplicidade construtiva e conseqüentemente um maior nível de racionalização.

A alvenaria estrutural tem ganhado espaço no cenário mundial da construção devido à vantagens como flexibilidade construtiva, economia e velocidade de construção. Mas sua maior notoriedade deve-se ao seu potencial de racionalização e produtividade, que possibilita a produção de construções com bom desempenho tecnológico aliado a altos índices de qualidade e economia.

Muitos trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos em alvenaria estrutural nos últimos 50 anos, melhorando a qualidade dos materiais e dos métodos de cálculo deste processo construtivo, conferindo-lhe progressos que o colocam como uma opção tecnológica moderna, econômica e de boa qualidade.

No Brasil, a técnica de cálculo e execução com alvenaria estrutural vêm se desenvolvendo progressivamente em decorrência da abertura de novas fábricas de materiais e do surgimento de grupos de pesquisa sobre o tema.



Ilustração 1



Foto 1



Foto 2

Fotos 1 e 2: Canteiro de obras de uma construção em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.



Foto 3

Foto 3: Edifício em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos em Amsterdã / Holanda.



2 - Breve Histórico



Foto 4

A alvenaria, em suas diversas formas, difundiu-se pelo mundo todo desde os tempos ancestrais até os dias de hoje, sendo a principal técnica construtiva empregada até o início do século XX.

A história da humanidade é repleta de exemplos deste tipo de construção, tais como as Catedrais do século XII ao XVII, o Coliseu, a Muralha da China, e muitos outros.

Todas as estruturas de alvenaria edificadas até o início do século XX foram dimensionadas empiricamente, sendo a concepção estrutural totalmente intuitiva e baseada na transferência do conhecimento pelas sucessivas gerações. Neste contexto, muitas estruturas foram super-dimensionadas, tal qual o edifício Monadnock em Chicago de 1891. Porém, a partir da metade do século XX, as pesquisas científicas começaram a trazer os primeiros parâmetros que iriam substituir o empirismo por métodos de cálculos racionais. Surgiam os primeiros edifícios em alvenaria estrutural armada.

O marco inicial da “Moderna Alvenaria Estrutural” aconteceu em 1951, quando foi edificado na Suíça um edifício de 13 andares com paredes de 37cm de espessura em alvenaria estrutural não-armada, evidenciando as vantagens deste processo construtivo.

A partir daí intensificaram-se as pesquisas, e os avanços tecnológicos, tanto dos materiais quanto das técnicas de execução foram sucessivos, disseminando-se por todo o mundo através de diversos congressos e conferências internacionais.

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 a construção dos conjuntos habitacionais na década de 80 e surgimento das fábricas de blocos sílico-calcários e cerâmicos.

Nas duas últimas décadas, com o surgimento de novos centros de pesquisa, a alvenaria estrutural vem se normalizando e ampliando sua abrangência nos setores habitacional, comercial e industrial. Atualmente ela é tida como um processo construtivo eficiente e racional.

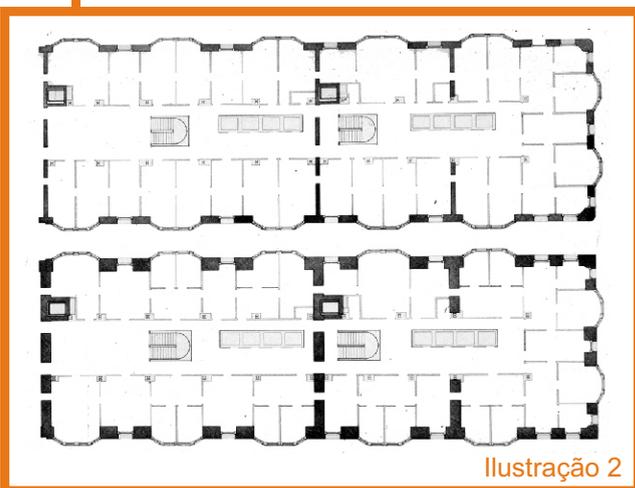


Ilustração 2

Foto 4: Coliseu (Roma / Itália)
Ilustração 2: Monadnock building (Chicago / USA)



Foto 5

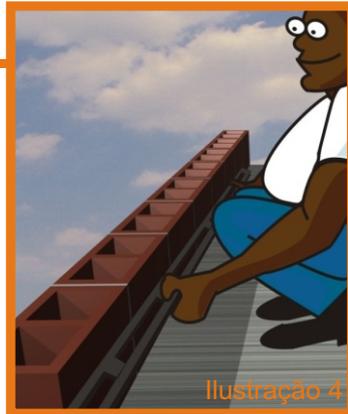
Foto 5: Central Parque da Lapa (São Paulo) - importante marco da alvenaria estrutural no Brasil.



3 - Vantagens da alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural, após passar por adequada etapa de implantação, apresenta várias vantagens em relação aos processos construtivos tradicionais, sendo as principais:

- 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;



Ilustrações 3 e 4: Escantilhão e régua prumo-nível (simplificação de tarefas executivas e facilidade de controle do processo).
Ilustração 5: Batente-verga pré-moldado (facilidade de integração entre subsistemas).

- 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;
- 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;
- 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.

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

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.



4 - Racionalização da alvenaria estrutural

“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.

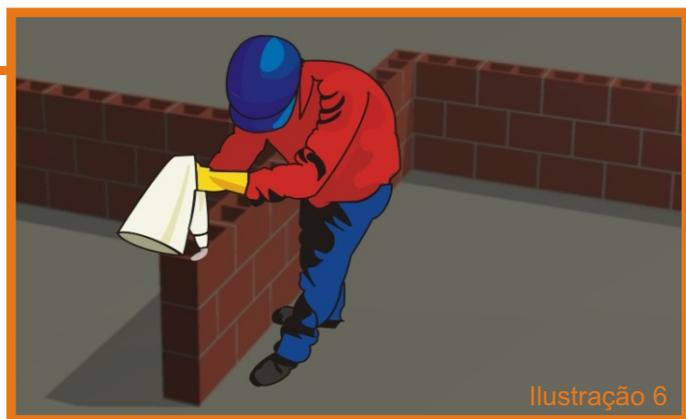


Ilustração 6

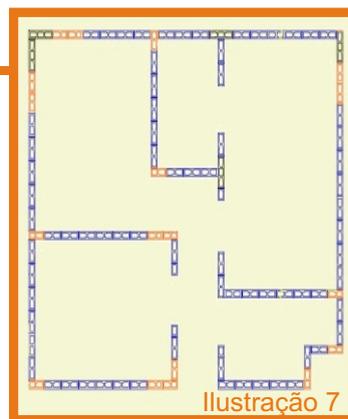


Ilustração 7

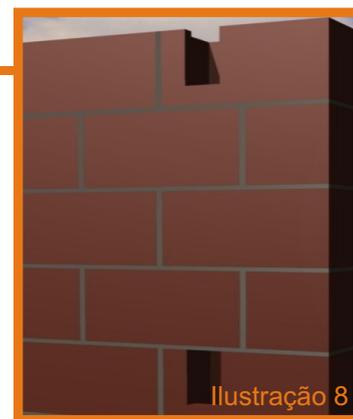


Ilustração 8

Ilustração 6: Bisnaga para aplicação de argamassa (simplificação do processo) / Ilustração 7: Projeto modular
Ilustração 8: Blocos especiais para instalações elétricas (dispensam o “quebra-quebra”).

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.

Algumas medidas racionalizadoras têm sido freqüentemente 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 permitirão o alcance de bons índices de custo e qualidade.



5 - Princípios básicos da alvenaria estrutural

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.

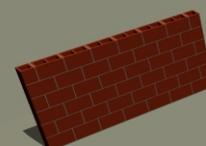
Uma parede de alvenaria pode suportar pesadas cargas verticais e horizontais paralela ao seu plano, mas é comparativamente fraca às cargas horizontais que atuam perpendicularmente ao seu plano. O grande desafio do projetista é, portanto, minimizar as tensões de tração que possam vir a aparecer. Com este propósito, podem ser adotados os seguintes procedimentos:

- 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 pavimentos, sobrepondo elementos sujeitos à compressão.

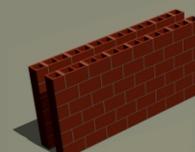
Ilustração 9: Geometrias de paredes com maior resistência (paredes mais grossas, paredes duplas, paredes aletadas e paredes enrijecidas).

Ilustração 10: Arranjos apropriados (**Arranjo celular:** carregamento nas paredes externas e internas e resistência às cargas laterais obtida nos dois eixos / **Arranjo cruzado simples:** as paredes carregadas formam ângulos retos com o eixo longitudinal da construção. As lajes são apoiadas nas paredes transversais e a estabilidade longitudinal obtida através das paredes do corredor / **Arranjo cruzado duplo:** contém paredes resistentes paralelas aos dois eixos da construção / **Arranjo complexo:** estabilidade lateral do conjunto é obtida através da centralização das paredes estruturais).

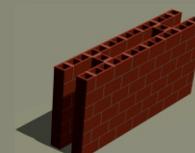
Paredes mais grossas



Paredes duplas



Paredes aletadas



Paredes enrijecidas

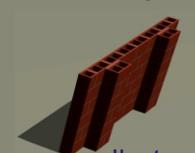
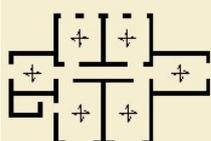
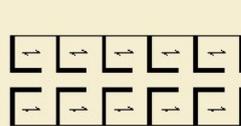


Ilustração 9

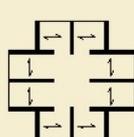
Arranjo celular



Arranjo cruzado simples



Arranjo cruzado duplo



Arranjo complexo

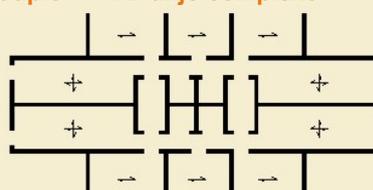


Ilustração 10



6- Materiais constituintes da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos

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.

As características dos blocos cerâmicos determinam importantes aspectos da produção:

- 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.

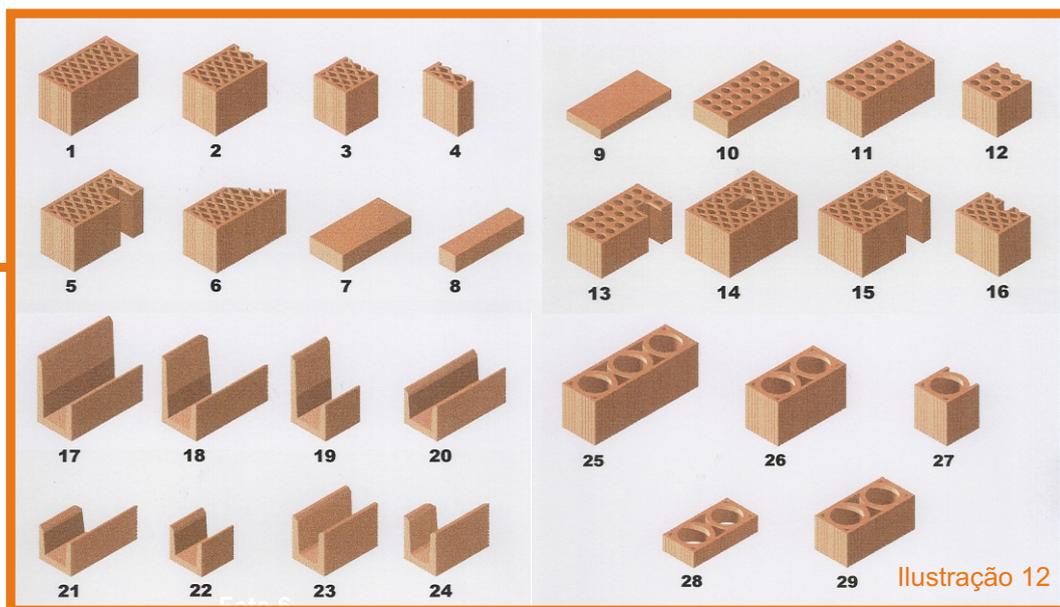
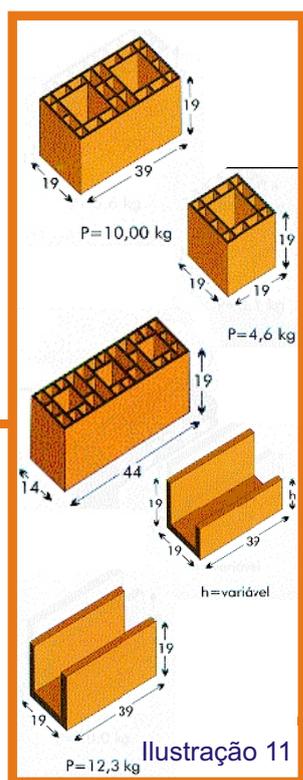


Ilustração 11: Exemplo de pesos e dimensões de uma família de blocos cerâmicos (bloco inteiro, meio bloco, bloco e meio, bloco J e bloco canaleta).
Ilustração 12: Flexibilidade para a criação de peças especiais.



6 - Materiais constituintes da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos

ARGAMASSAS:

As argamassas na Alvenaria Estrutural têm a função 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.

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

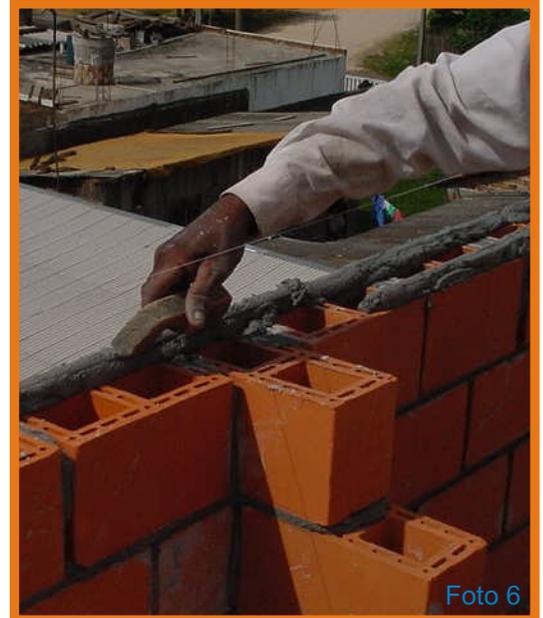


Foto 6

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.

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.

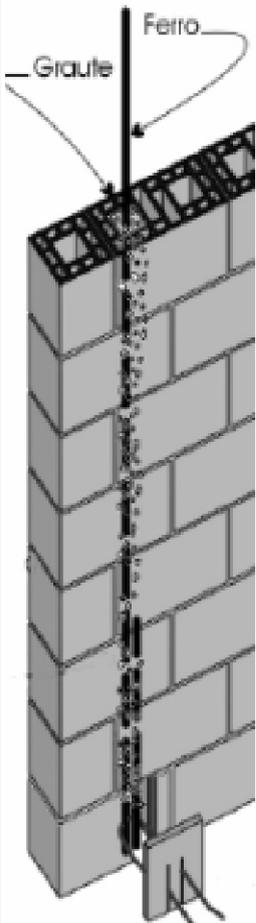


Ilustração 13

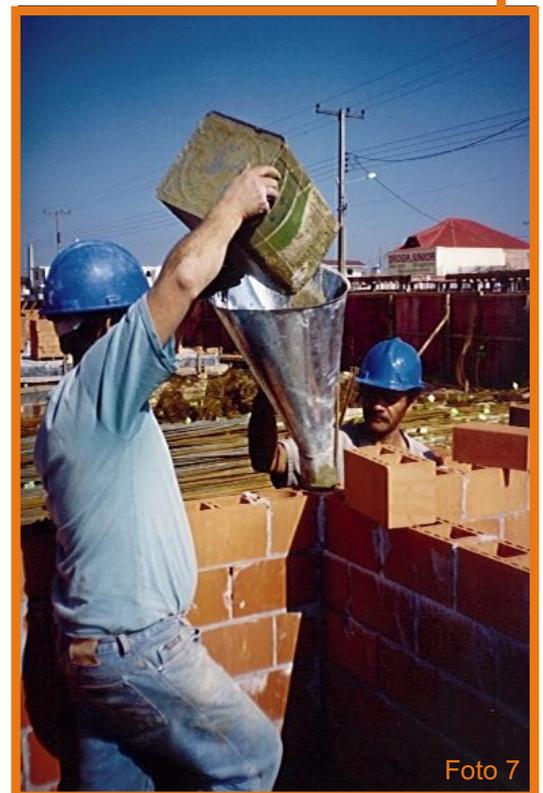


Foto 7

Foto 6: Argamassa para assentamento dos blocos.

Foto 7: Grauteamento em zona de concentração de tensões.

Ilustração 13: Grauteamento.



6- Materiais constituintes da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11

Fotos 8 e 9: Marco de argamassa armada.

Fotos 10 e 11: Escada jacaré e escada maciça.

Ilustração 15: Janela-verga.

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.

Os marcos em argamassa armada possibilitam 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.

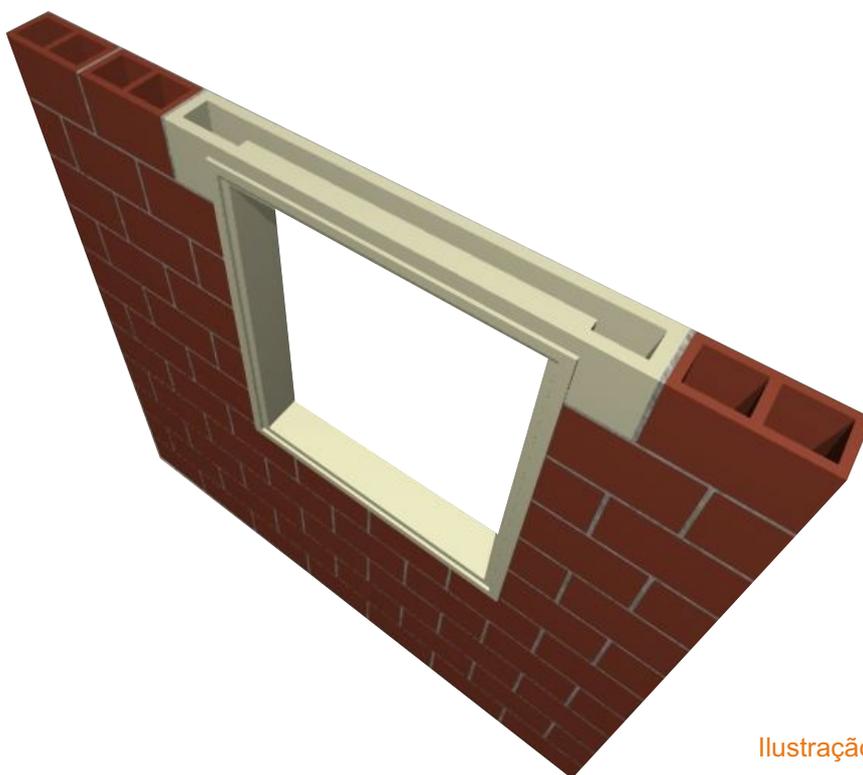


Ilustração 14



7 - 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.

A dimensão modular 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.

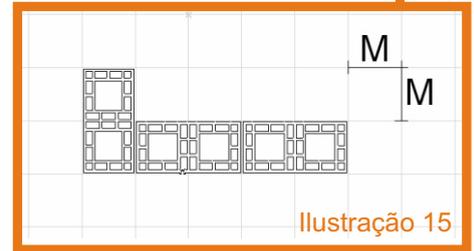
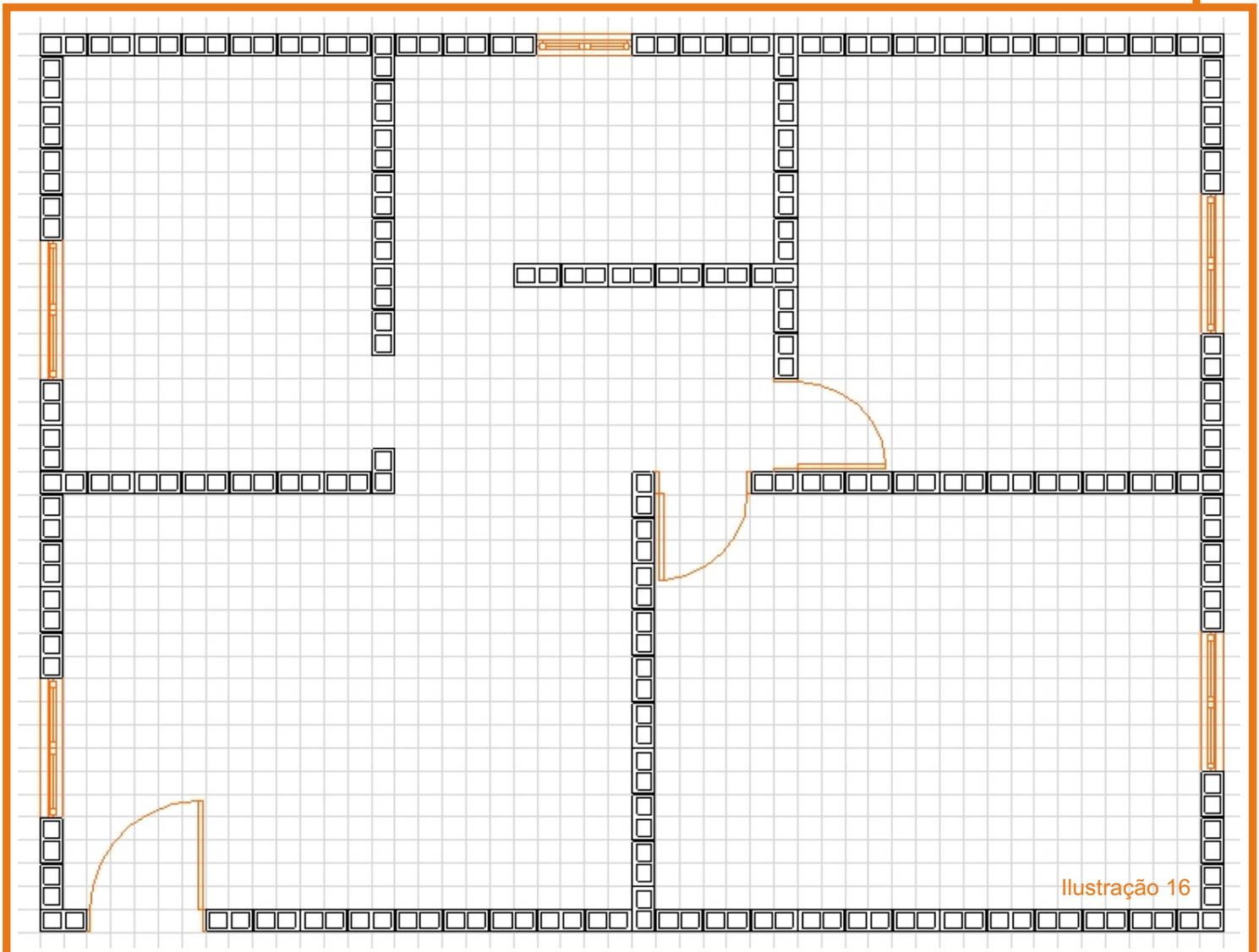


Ilustração 15: Dimensão modular.

Ilustração 16: Projeto modulado em um retículo espacial de referência.





7 - Projeto e Modulação

O anteprojeto modulado 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.

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

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 cm (módulo de 15 cm).

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. É o caso do bloco de 34x19x14 cm.

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.

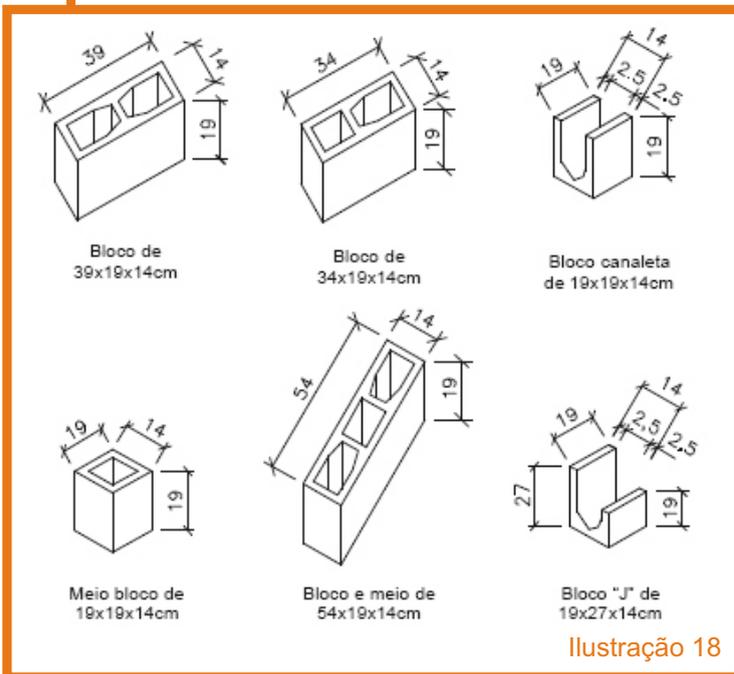
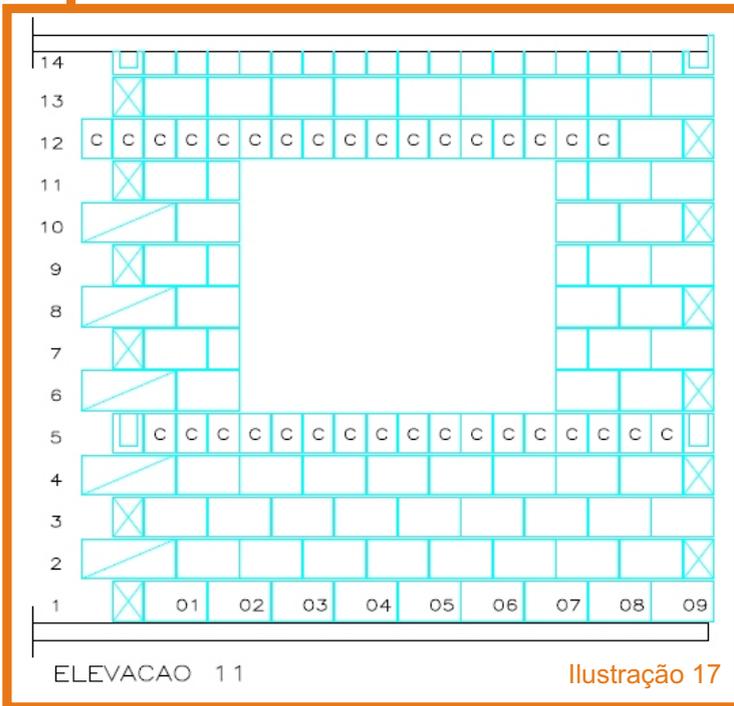


Ilustração 17: Paginação de uma parede.
 Ilustração 18: Família 39 (módulo de 20 cm).



8 - A interação entre os subsistemas na a alvenaria estrutural

FUNDAÇÕES E ARRIMOS:

As fundações destinadas às construções em alvenaria estrutural devem estar preparadas para acomodar cargas distribuídas linearmente. Neste contexto enquadram-se as sapatas corridas, radiers e estacas alinhadas ao longo da parede. A viga baldrame apoiada sobre sapatas isoladas deverá ser evitada, uma vez que esta é mais recomendada para a acomodação de cargas pontuais.

Os muros de arrimo usualmente empregados na alvenaria estrutural são os confeccionados em alvenaria armada e em alvenaria protendida.



Foto 12



Foto 13

Foto 12: Fundação do tipo radier.
Foto 13: Arrimo em alvenaria armada.
Foto 14 e Ilustração 19: Shaft.

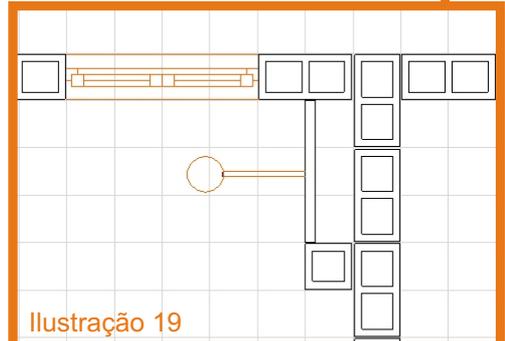


Ilustração 19

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS:

Na execução das instalações do edifício deve-se evitar o rasgo de paredes estruturais para o embutimento das instalações. Além da insegurança sob o ponto de vista estrutural, rasgos de paredes significam retrabalho, desperdício e maior consumo de material e mão-de-obra. Para evitar este problema podem-se utilizar as seguintes alternativas:

- Utilização de paredes não estruturais para o embutimento das tubulações nos septos dos blocos;
- Aberturas de passagens tipo “shafts” para a passagem das tubulações;
- Utilização de blocos especiais (blocos hidráulicos);
- Emprego de tubulações aparentes, podendo-se escondelas opcionalmente com a utilização de carenagens;
- Utilização de forros falsos.



Foto 14



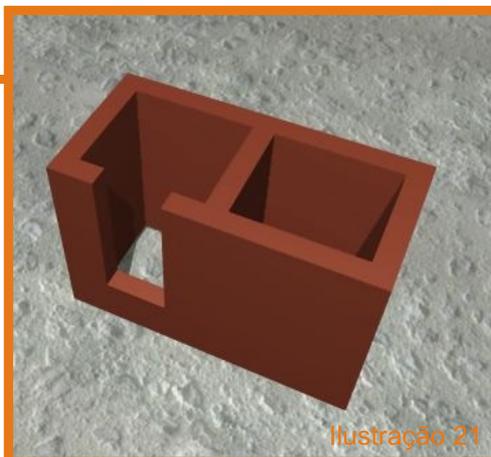
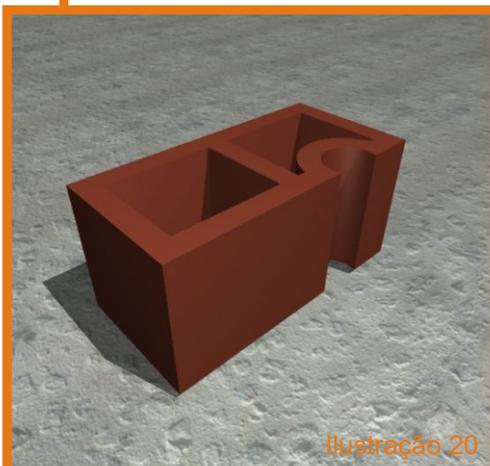
8 - A interação entre os subsistemas na a alvenaria estrutural

A melhor alternativa sob o ponto de vista estrutural e construtivo é o uso de shafts. O interessante é que o mesmo seja visitável, facilitando a execução de eventuais manutenções.

A precisão dimensional com que as obras em alvenaria estrutural são executadas possibilita a utilização de Kits hidráulicos. Este recurso aumenta a produtividade da equipe de instalação, permite que as tubulações sejam testadas antes do fechamento da parede e que os custos inerentes a essa etapa da obra sejam postergados. Em paredes estruturais, os cortes horizontais devem ser evitados. Todo o trecho horizontal da instalação deverá ser projetado para passar entre a laje do teto e o forro.

Quando o projeto arquitetônico permitir que se utilize uma parede comum nas áreas com instalações hidráulicas, pode-se executar um shaft visitável para os dois lados.

Ilustração 20: Bloco hidráulico.
Ilustração 21: Bloco elétrico.
Foto 15: Carenagem.
Foto 16: Eletrodutos embutidos.



INSTALAÇÕES ELÉTRICAS:

A colocação de eletrodutos para as instalações elétricas ocorre simultaneamente à elevação das paredes. Estes condutores deverão passar verticalmente dentro dos furos dos blocos. Na horizontal devem ser embutidos nas lajes ou passar pelos forros.

A posição e dimensão dos quadros de distribuição de energia, caixas de interruptores e tomadas nos diversos pavimentos deverão ser previamente definidas e especificadas no projeto executivo.

As caixas para quadros de distribuição e caixa de passagem devem ser projetadas em dimensões que evitem cortes nas alvenarias para sua perfeita acomodação. Sempre que necessário, são realizados reforços para que as aberturas não prejudiquem a estabilidade estrutural da parede.

As caixas de tomadas podem ser previamente chumbadas nos blocos. Outra alternativa é a utilização de blocos especiais (blocos elétricos), que possuem previsões para a instalação destas caixas.



8 - A interação entre os subsistemas na a alvenaria estrutural

ESQUADRIAS:

Pode-se compatibilizar as esquadrias de portas e janelas oferecidas comercialmente com as aberturas possíveis na modulação das famílias de blocos para alvenaria estrutural, ou então providenciar aberturas especialmente designadas para a modulação utilizada. Diversas técnicas racionalizadoras podem ser utilizadas para a confecção das esquadrias na alvenaria estrutural. Dentre estas as mais usuais estão:

- Vergas e contra-vergas moldadas *in loco*;
- Vergas e contra-vergas pré-moldadas;
- Batentes envolventes;
- Marco de argamassa armada;
- Marco montado *in loco*;



Ilustração 22: Verga e contra-verga moldadas *in loco* com blocos canaletas.

Ilustração 23: Verga pré-moldada e marco de argamassa armada.

Foto 15: Revestimentos de pequena espessura.

REVESTIMENTOS:

Um das principais vantagens da alvenaria estrutural é que a manutenção de seu prumo, devido a fatores estruturais, possibilita a execução de revestimentos com espessuras reduzidas.

É totalmente viável a realização de revestimentos internos com 5 mm de espessura, diminuindo o consumo de material e a redução do tempo dispensado com mão de obra. No revestimento externo o procedimento é semelhante. Porém, é necessário efetuar o chapisco prévio da alvenaria. A espessura de revestimento normalmente recomendada para fachada é de 2 cm de espessura, segundo testes realizados em laboratório.

O ganho proporcionado com a redução no consumo de material e mão-de-obra utilizada para a execução dos revestimentos em obras de alvenaria estrutural é um dos fatores que agregam substancial economia a este sistema construtivo.





8 - A interação entre os subsistemas na a alvenaria estrutural

ESCADAS:

As escadas utilizadas juntamente com a alvenaria estrutural podem ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. As 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.



Foto 18

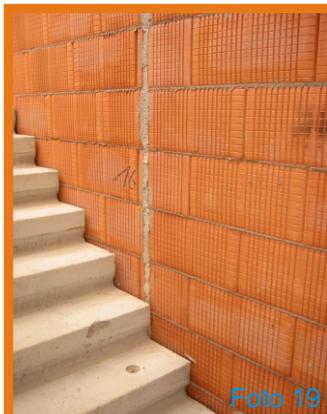


Foto 19

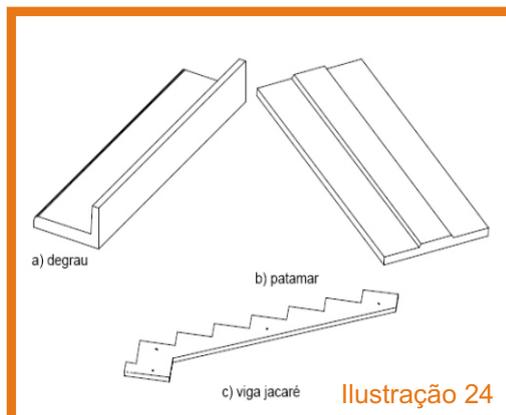


Ilustração 24

Fotos 18 e 19: Escada pré-moldada maciça.
 Ilustração 24: Escada pré-moldada jacaré.
 Foto 20: Laje pré-moldada em painéis.



Foto 20

LAJES:

Neste sistema construtivo pode-se utilizar lajes moldadas *in loco* ou pré-moldadas. Dentre as pré-moldadas mais utilizadas estão:

- Laje mista (vigota e lajota);
- Laje pré-moldada em painéis;
- Laje pré-moldada alveolar;

A escolha da melhor opção vai depender de uma análise da obra em questão.

Independente da escolha efetuada é fundamental que a laje tenha seu escoramento nivelado, possibilitando que os revestimentos de teto sejam executados com espessuras finas.



9 - A execução da alvenaria estrutural

COMUNICAÇÃO PROJETO / OBRA:

É fundamental que o projeto seja claramente interpretado na obra. Uma interpretação errada, bem como a falta de detalhes podem ocasionar atrasos nos prazos, retrabalho e diminuição da produtividade. Para que haja melhor comunicação entre o projeto e a obra, deverão ser fornecidas todas as informações necessárias, disponibilizando projetos e detalhes construtivos em locais de fácil acesso e utilização. Além disto, as alterações realizadas durante a execução da obra deverão ser comunicadas imediatamente ao escritório. Caso a alteração aconteça no escritório, o projetista deve informar as mudanças realizadas nos projetos e carimbar os mesmos depois de alterados;

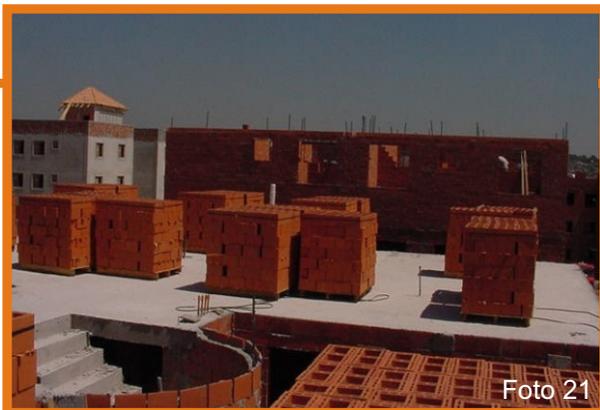


Foto 21



Foto 22

Foto 21: Lay out do canteiro-de-obras.

Foto 22: Exemplo de transporte de materiais dentro do canteiro-de-obras que deverá ser previsto no projeto.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA E INTERDEPENDÊNCIA ENTRE ATIVIDADES:

A seqüência executiva e a interdependência entre atividades são também considerados fatores determinantes da construtibilidade e por esta razão devem ser analisadas e melhoradas.

A acessibilidade e espaços adequados para o trabalho são fatores muito importantes para a construtibilidade. Se este item não receber a devida atenção, pode haver atraso no andamento da obra, redução da produtividade e aumento da necessidade de retrabalho.

LAYOUT DA OBRA:

Para se obter um nível mais elevado de racionalização e produtividade na execução dos serviços, deve-se instalar no canteiro de obras uma infra-estrutura eficiente para a execução das tarefas de produção do edifício.

A organização do canteiro de obras deve ser feita através de um projeto cuidadosamente elaborado, envolvendo a execução do empreendimento como um todo, prevendo as necessidades e os condicionantes das diversas fases da obra. Devem ser previstas, por exemplo, facilidades para as diversas linhas de preparação de materiais e equipamentos. Também devem ser propiciadas condições favoráveis e humanas para o trabalhador desempenhar sua atividade.



9 - A execução da alvenaria estrutural

TREINAMENTO DE MÃO-DE-OBRA:

Para a implantação da alvenaria estrutural, o treinamento de mão-de-obra torna-se uma necessidade, já que nem o processo construtivo e nem os projetos são convencionais. A importância de tal treinamento aumenta em relação aos outros processos construtivos, uma vez que para paredes estruturais, é muito importante a manutenção do prumo, nivelamento e alinhamento.

No treinamento devem estar presentes também preocupações com a ergonomia das atividades, orientando para posturas corretas e manuseio dos materiais e equipamentos, principalmente no carregamento e transporte dos blocos, devido ao seu elevado peso.

Foto 23: Transporte ergonômico de materiais.

Foto 24: Sala de aula improvisada em canteiro-de-obra para treino de mão-de-obra.



Foto 23



Foto 24

10 - Equipamentos e ferramentas para a alvenaria estrutural

Alguns equipamentos/ferramentas foram criados ou adaptados no intuito de aprimorar e agilizar as várias atividades envolvidas neste processo construtivo. As funções destes equipamentos são descritas a seguir:

Escantilhão - equipamento que permite, simultaneamente, a consecução de prumo, alinhamento e nivelamento das sucessivas fiadas que irão compor uma alvenaria.

Réguia prumo-nível - instrumento utilizável para verificação de alinhamento, nivelamento e prumo de componentes, individualmente ou relativamente.



Ilustração 25



Foto 25

Ilustração 25: Escantilhão.

Foto 25: Réguia prumo-nível.



10 - Equipamentos e ferramentas para alvenaria estrutural

Nível alemão - utilizado para localização do ponto mais alto da laje para assentamento da camada de regularização da primeira fiada.

Bisnaga - ferramenta utilizada para aplicação de argamassas no assentamento de blocos ou enchimento de vãos.

Canaleta - dispositivo de PVC com empunhadura utilizado para espalhar argamassa de assentamento.

Palheta - régua larga de madeira com empunhadura utilizada para espalhar argamassa de assentamento.

Carrinho para transporte de blocos - este carrinho, como próprio nome indica, é utilizado para se fazer o transporte dos blocos desde seu estoque na obra até o ambiente onde se está executando a alvenaria. A sua vantagem é que os blocos são carregados diretamente dos pallets, para os carrinhos, e descarregado da mesma forma.

Carrinho para transporte de *pallets* - carrinhos com macaco hidráulico que torna possível o transporte dos pallets por inteiro.

Carro plataforma - carro de estrado horizontal com pneus de borracha, utilizados para agilizar o transporte de materiais como sacos de cimento e tijolos.

Carrinhos dosadores - carrinhos com volumes definidos, diferenciados por cores, para dosagem dos materiais componentes dos traços.

Argamasseiras, suportes e carrinhos - argamasseiras feitas de material leve que não absorva água da argamassa; suportes e carrinhos de perfeito encaixe, para facilitar o transporte destas argamasseiras.

Cavaletes, andaimes, plataformas metálicas - andaimes desmontáveis, de material durável, leves e de fácil montagem.



Ilustração 26



Foto 26



Ilustração 27



Foto 27

Ilustração 26: Bisnaga.
Foto 26: Canaleta
Ilustração 27: Nível alemão.
Foto 27: Argamasseira.