



BRICKA Alvenaria Estrutural – Manual de Tecnologia

Índice

<u>SISTEMA ESTRUTURAL TEM O MENOR CUSTO DO MERCADO.....</u>	1
<u>ESTRATÉGIA COMPETITIVA.....</u>	1
<u>PROJETOS ESTRUTURAIS REDUZEM DESPERDÍCIOS E SÃO MAIS RÁPIDOS.....</u>	2
<u>ECONOMIA É EXPRESSIVA EM DIVERSOS MATERIAIS.....</u>	3
<u>Fôrmas.....</u>	3
<u>Armaduras.....</u>	3
<u>Fundações.....</u>	3
<u>Argamassas e Revestimentos.....</u>	3
<u>COMPARATIVO DE CUSTOS.....</u>	4
<u>COORDENACAO DE PROJETOS.....</u>	6
<u>Resultados da coordenação.....</u>	6
<u>Requisitos para atingir os resultados.....</u>	6
<u>RESTRICÇÕES QUE DEVEM SER CONSIDERADAS.....</u>	7
<u>FUNDAMENTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....</u>	7
<u>SIMETRIA.....</u>	7
<u>MODULAÇÃO.....</u>	8
<u>MEDIDAS PARA EVITAR RASGOS.....</u>	8
<u>PAGINAÇÃO.....</u>	10
<u>PASSAGEM DE DUTOS.....</u>	11
<u>PROJETO ARQUITETÔNICO.....</u>	11
<u>PROJETO HIDRÁULICO.....</u>	13
<u>PROJETO ELÉTRICO.....</u>	15
<u>PROJETO ESTRUTURAL.....</u>	16
<u>Importante.....</u>	16
<u>LAJES DE PISO E COBERTURA.....</u>	16
<u>DIMENSIONAMENTO À COMPRESSÃO.....</u>	16
<u>VARIAÇÕES CONFORME AS NORMAS.....</u>	16
<u>Observações.....</u>	17
<u>CARGA PRÓPRIA DAS PAREDES.....</u>	17
<u>PROJETOS QUE ADOTAM A NORMA BRASILEIRA.....</u>	17
<u>Tensões Admissíveis para os Blocos Bricka.....</u>	18
<u>PROJETOS QUE ADOTAM A NORMA BRITÂNICA.....</u>	18
<u>COMPRESSÃO EM CASO DE PAREDES GRAUTEADAS.....</u>	19
<u>RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO.....</u>	20
<u>Observações.....</u>	20
<u>ARGAMASSAS.....</u>	20
<u>Propriedades Mais Importantes para a Argamassa.....</u>	21
<u>Trabalhabilidade.....</u>	21
<u>GRAUTE.....</u>	23

Índice

<u>Materiais Constituintes</u>	23
<u>Dosagem</u>	24
<u>Proporcionamento, mistura e lançamento</u>	24
<u>JUNTAS DE DILATAÇÃO E DE CONTROLE</u>	25
<u>Situações que exigem juntas de controle</u>	25
<u>Procedimentos para executar juntas de controle</u>	25
<u>RECOMENDAÇÕES A SEREM REGISTRADAS NO PROJETO</u>	25
<u>Informações e recomendações que o projeto executivo deve conter</u>	25
<u>PROJETO EXECUTIVO</u>	26
<u>Elementos do projeto executivo das alvenarias</u>	26
<u>RECOMENDAÇÕES PARA PROJETOS EXECUTIVOS</u>	26
<u>Planta Baixa</u>	26
<u>Paginações</u>	26
<u>Detalhes Construtivos</u>	26

SISTEMA ESTRUTURAL TEM O MENOR CUSTO DO MERCADO

E aumenta a qualidade com a modernização dos processos

Alvenaria estrutural é o sistema construtivo de menor custo do mercado brasileiro. Enxuga em até 30% o valor final de qualquer tipo de obra, com impacto ainda maior em construções verticalizadas.

A proporção de ganhos varia especialmente conforme o perfil do projeto estrutural. Mas independente desse fator, o sistema exige menor emprego de materiais e mão-de-obra.

A execução é planejada e mais rápida. Blocos de concreto melhoram padrões construtivos, permitem detalhamentos estéticos, além de maior isolamento térmico, acústico e resistência ao fogo.



Condomínio Vila Verde da **Cidadela**



Sobrados **Norbra**

ESTRATÉGIA COMPETITIVA

O sistema estrutural oferece todo um mix de vantagens. Moderniza e reforça a capacidade competitiva da empresa. É a base para os processos de construção industrializada que o Brasil deve importar e desenvolver.

O uso de blocos BRICKA promove um salto tecnológico para a construção paranaense seguir os rumos adotados pelos principais mercados brasileiros e mundiais.

PROJETOS ESTRUTURAIS REDUZEM DESPERDÍCIOS E SÃO MAIS RÁPIDOS

Planejamento evita perdas e acelera o ritmo da obra

- O sistema Bricka permite extrair o máximo de retorno das estratégias de planejamento que vêm conquistando o mercado construtor brasileiro.
- O uso de blocos de concreto para alvenaria estrutural exige planejamento e integração de projetos desde o escritório até o canteiro.
- Projetos planejados são mais fáceis de detalhar, executar e controlar.
- Esses fatores aumentam a velocidade da produção, vantagem reforçada pela principal característica do sistema: blocos especiais para cada função.



Arquiteto Celso Germano coordena a implantação do projeto

- Peças específicas – para modulação e amarração das paredes, para instalações elétricas e hidráulicas e para vãos de portas e janelas – simplificam as instalações.
- Mais do que isso, o padrão de funcionalidade das peças elimina a necessidade de rasgos nas paredes, reduz desperdícios e retrabalhos.
- Planejamento e blocos BRICKA com funções específicas geram maior racionalização do ambiente construtivo e uma série de vantagens decorrentes disso.
- Facilidade na execução, menor número de materiais e equipamentos aumentam a produtividade.
- É possível reduzir as equipes de produção e ainda assim encurtar o prazo de execução.



ECONOMIA É EXPRESSIVA EM DIVERSOS MATERIAIS

Redução de custos por item depende do tipo de projeto



Fôrmas

- Este custo cai no mínimo 50% e pode chegar a zero com o uso de lajes pré-moldadas.

Armaduras

- O custo pode ser até 30% menor.

Fundações

- Estrutura e paredes mais leves proporcionam economia considerável ao simplificar os serviços de fundação.

Argamassas e Revestimentos

- O sistema reduz o consumo de argamassas no assentamento e no revestimento.
- O consumo médio para levantamento de um metro quadrado de parede de blocos é de 16 litros/m² com o uso da industrializada e de 18 litros/m² com argamassa de cal, cimento e areia.
- Para revestir paredes de blocos com argamassa de cal, cimento e areia as espessuras recomendáveis são de 2,5 cm para o revestimento externo e de 1,5 cm para o interno.
- Com a utilização de argamassa industrializada seca, é preciso aplicar 1,5 cm de espessura em revestimentos externos e 0,5 cm nos internos.
- Revestimentos internos com gesso lento exigem 0,4 cm e com cal-fino a espessura fica em 0,6 cm.
- Gesso, massa fina, tintas, azulejos e cerâmicas podem ser aplicados diretamente sobre as paredes de blocos, dispensando a aplicação de camada regularizadora.
- Os padrões de qualidade dos blocos BRICKA também ajudam a reduzir custos com revestimentos: garantem o uso aparente tanto dos blocos de vedação como das peças estruturais.



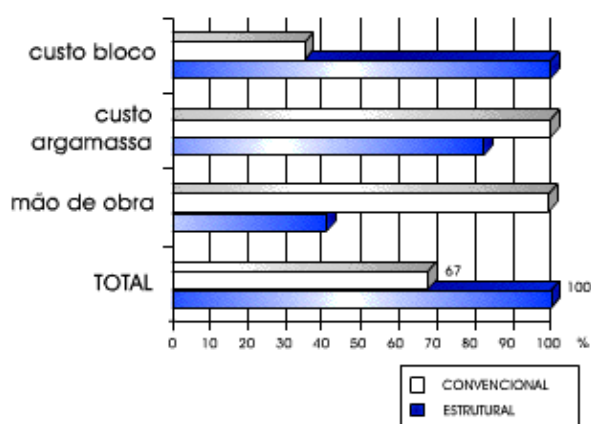
COMPARATIVO DE CUSTOS

Uma análise comparativa do custo para um prédio de 3 pavimentos mais pilotis, construído em alvenaria estrutural, com o custo orçado pelo sistema convencional, mostrou uma economia global do prédio em alvenaria estrutural de cerca de 30%. Não foram computados, nesta análise, os desperdícios sempre presentes em obras convencionais, o que leva a economia ainda maior da alvenaria estrutural.

Considerando que a transição tem peso importante no custo global, o aumento do número de pavimentos dilui o custo da estrutura de transição, podendo com isto obter-se economia ainda maior, da ordem de 30% a 40% do custo total para prédios mais altos.

Os gráficos a seguir mostram alguns comparativos de custo entre os dois sistemas. Os comparativos foram feitos para a obra com pilotis mais 3 pavimentos.

Figura 1 Comparativo de custos de alvenaria



Investimento em blocos é compensado em outros itens

Figura 2 Comparativo de custos de revestimento

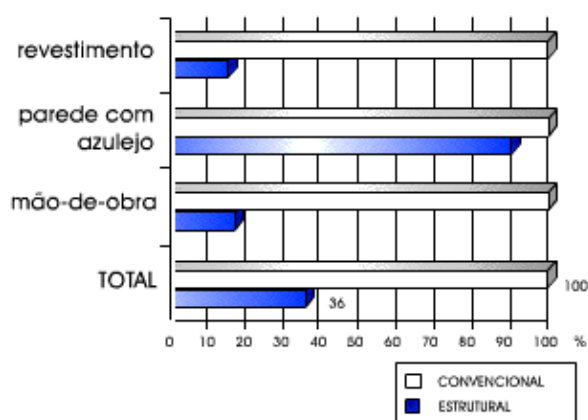


Figura 3 Comparativo de custos de concreto armado

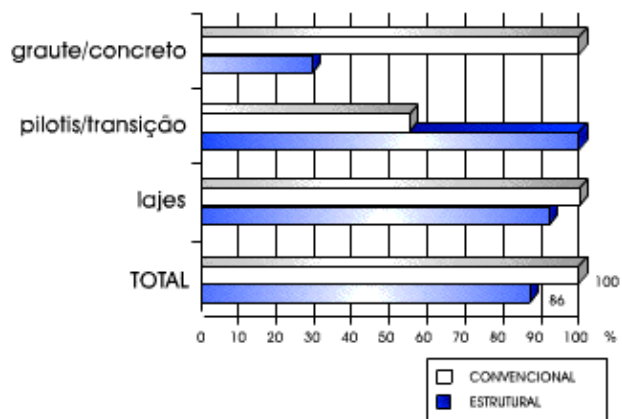
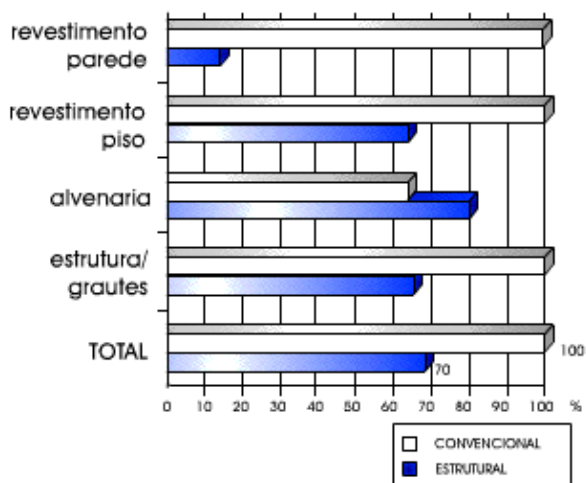


Figura 4 Comparativo de custos total



COORDENACAO DE PROJETOS

O processo construtivo em alvenaria estrutural deve ser concebido – sempre que possível – a partir da coordenação dos projetos. Este sistema aumenta a confiabilidade do processo, eleva a qualidade do projeto global e da construção, além de diminuir as incertezas nas atividades.

Mas esses resultados só serão efetivos se o projeto reunir todas as informações necessárias para o planejamento, que permite prever inclusive quais as medidas a adotar para a racionalização e controle de qualidade dos processos de execução.

Resultados da coordenação

- Integração dos participantes do projeto e a troca de informações durante as diversas etapas do empreendimento.
- Controle das etapas de desenvolvimento do projeto com o objetivo de garantir obras de acordo com os custos, prazos e especificações técnicas previamente definidos.
- Processos coordenados de forma a solucionar as interferências entre as partes do projeto elaboradas pelos distintos projetistas.
- Coerência entre o produto projetado e o modo de produção, com especial atenção para a tecnologia do processo construtivo utilizado.

Requisitos para atingir os resultados

- Clareza: do projeto em relação a todas as partes e conteúdos que os compõem e na visão transmitida aos profissionais quanto aos objetivos, parâmetros e requisitos previstos.
- Definição e padronização da forma ou representação gráfica para apresentar as informações relativas a cada etapa de cada projeto.
- Criação de uma sistemática de avaliação e retroalimentação dos problemas enfrentados durante a elaboração dos projetos, de forma a garantir que a experiência amplie continuamente a competência tecnológica da empresa.
- Integração intensa entre projeto e obra para dar sustentação a possíveis necessidades de alterações.
- Definição antecipada da responsabilidade de detalhamento executivo de cada projeto complementar.

PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico define o partido geral dos edifícios executados no sistema de alvenaria estrutural e condiciona o desenvolvimento de todos os demais. É dele, portanto, que depende o sucesso do empreendimento. Caso o partido arquitetônico seja inadequado, será difícil obter compensações nos projetos complementares ou em intervenções na obra.

Ao adotar esse sistema, projetista e construtor devem ter em mente a necessidade de conceber as soluções específicas para ele, o que inclui procedimentos de cálculo diferentes dos padrões para concreto armado. Também é preciso estar atento para que o projeto seja criado conforme as restrições que lhe são impostas pelos condicionantes dos demais projetos.

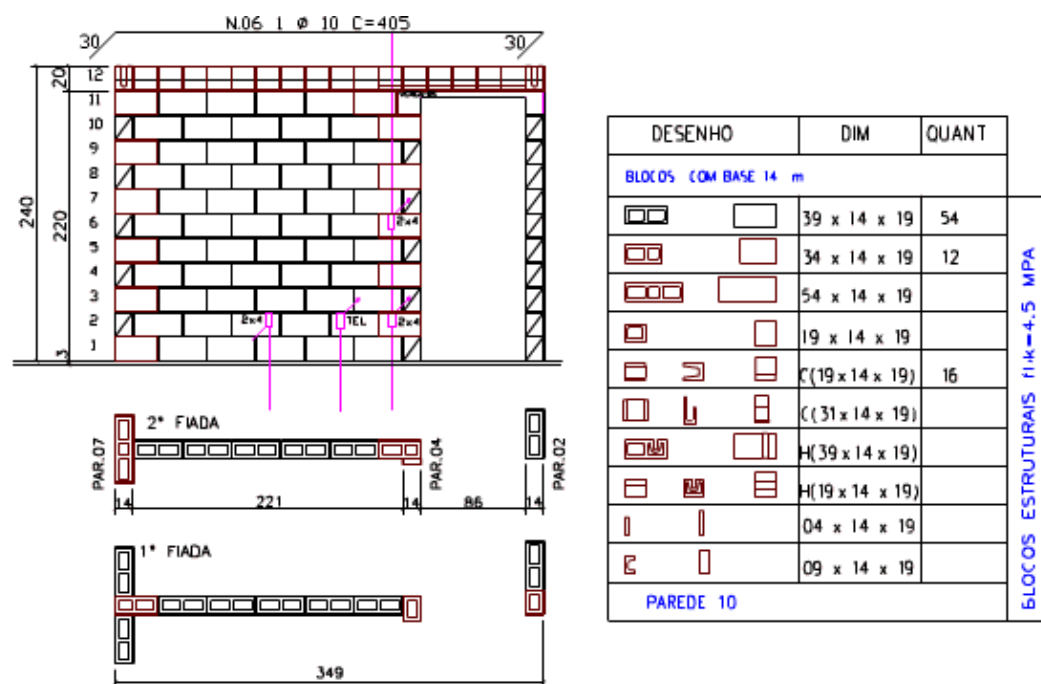


Figura 5 Exemplo de projeto modulado

RESTRICÇÕES QUE DEVEM SER CONSIDERADAS

- O número de pavimentos depende da resistência dos blocos de concreto.
- O arranjo espacial das paredes e a necessidade de amarração entre os elementos.
- As limitações quanto a existência de transição para estruturas em pilotis no térreo ou subsolos.
- A impossibilidade de remoção de paredes estruturais.
- Limitação na dimensão das aberturas e sacadas.

FUNDAMENTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO

A simplificação do projeto é uma das principais formas de melhorar a construtibilidade. Para obter-se um projeto mais simplificado, é recomendável utilizar:

- Número mínimo de componentes, elementos ou peças.
- Blocos disponíveis com tamanhos e configurações padronizados.
- Materiais e componentes simples, de fácil conexão, e que dispensem cuidados especiais de armazenamento e manuseio.

- Um mínimo de profissionais altamente habilitados.
- Arranjo adequado de juntas entre componentes e elementos construtivos.

SIMETRIA

O arquiteto deve procurar um equilíbrio na distribuição das paredes resistentes por toda a área da planta. Caso contrário, podem surgir problemas de custo e construtibilidade. Isto ocorre quando os carregamentos se concentram em determinada região do edifício e exigem materiais com resistências diferentes para as paredes do mesmo pavimento ou do grauteamento de determinadas paredes.

O projetista deve tomar cuidados especiais para garantir a estabilidade do edifício em relação às cargas horizontais. É preciso distribuir igualmente as paredes estruturais em ambas as direções e criar plantas com o máximo de simetria possível para diminuir o surgimento de tensões devido a torção.

MODULAÇÃO

Coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado especial modular de referência. A modulação é a base do sistema de coordenação dimensional utilizado nos edifícios em alvenaria estrutural. Desde a elaboração dos primeiros traços, o arquiteto deverá trabalhar sobre uma malha modular com medidas baseadas no padrão do componente utilizado na alvenaria.

A coordenação modular só pode ser alcançada se os blocos e demais elementos forem padronizados, se houver arranjo adequado das juntas, se os projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações forem compatibilizados. Outro fator importante para a fase de execução é a definição de medidas eficazes para garantir as juntas com as tolerâncias adequadas a modulação adotada.

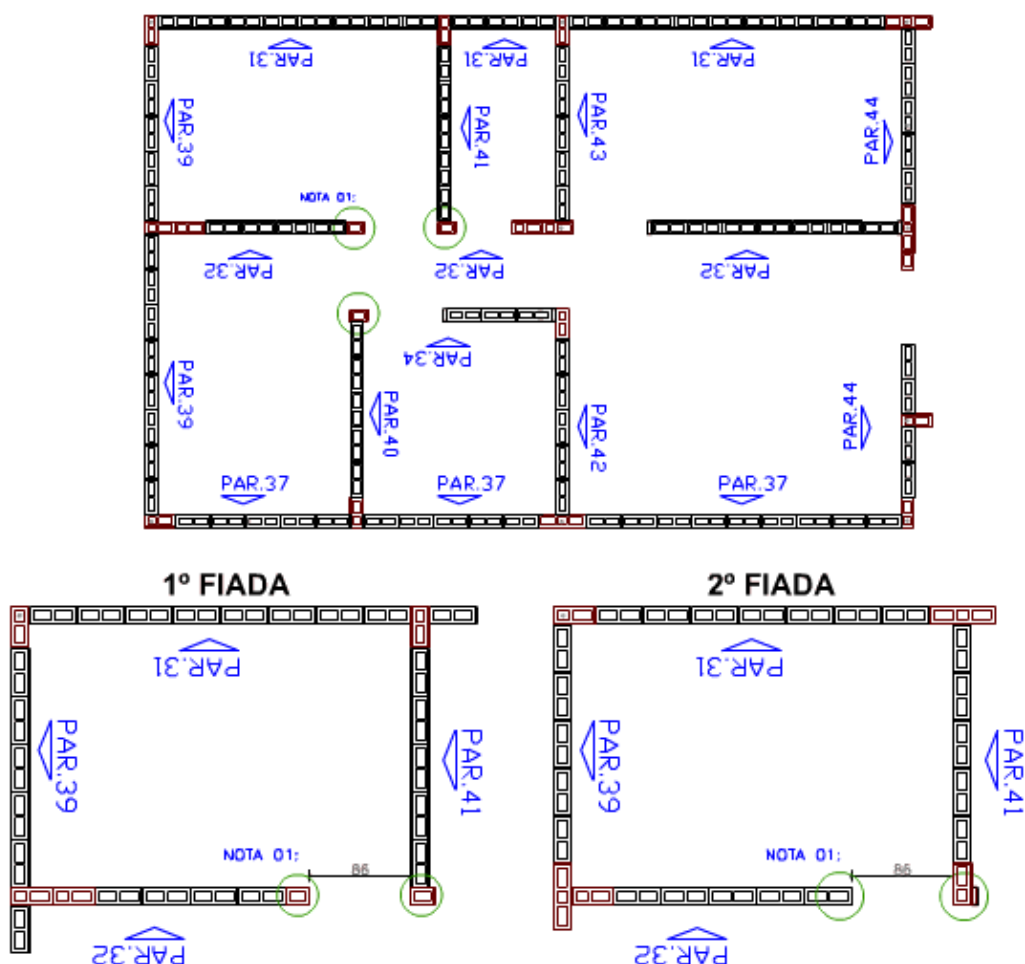


Figura 6 Exemplo de modulação

COMO FAZER A MODULAÇÃO

A modulação pode ocorrer tanto na vertical quanto na horizontal. Ela é obtida através do traçado de um reticulado de referência, a partir de um módulo básico escolhido (dimensões do bloco mais espessura de juntas, com o módulo em questão sendo de 20 cm). As alturas e larguras das paredes devem ser considerados múltiplos do módulo básico. No reticulado, os blocos se posicionam de forma que suas faces sempre tangenciam as linhas tracejadas.

A coordenação modular deve ser compatibilizada com os vãos das aberturas, tendo em vista as dimensões externas de marcos e a necessidade de juntas entre estes e a alvenaria. A afiação de portas e janelas deve ser previamente estudada para que as tolerâncias sejam estabelecidas conforme o tipo de material, seja madeira, ferro ou alumínio. Confira a seguir alguns casos em que a prática envolvendo diferentes parâmetros construtivos exigem a acomodação de dimensões.

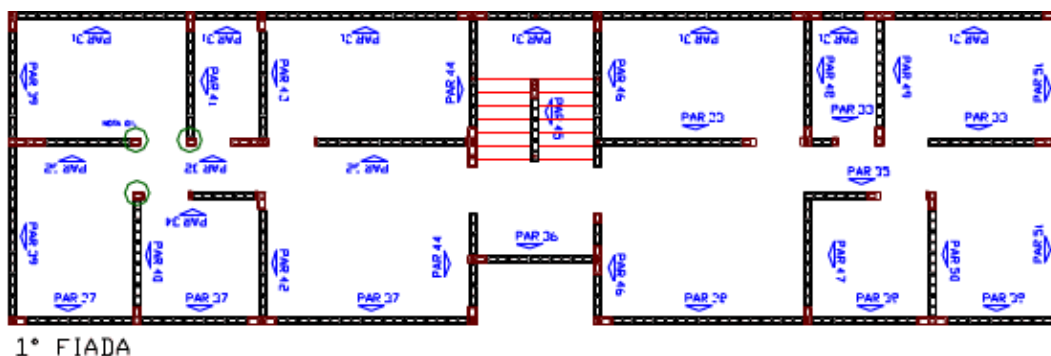


Figura 7 Exemplo de modulação

EVITANDO PROBLEMAS COM AS LAJES

Quando as espessuras determinadas pelo dimensionamento econômico não coincidem com o módulo, a preocupação de modulação vertical deve se restringir à medida de piso a teto. Mas é preciso o cuidado de utilizar espessura constante de laje em todo o pavimento para se obter um único nível de respaldo na última fiada e um único nível de saída para a primeira fiada do andar superior.

CUIDADOS COM ESPESSURAS DE PAREDES

Em muitos projetos são utilizadas diferentes espessuras de parede. Assim, deve-se ter o cuidado de dispor o layout em planta de tal maneira que os comprimentos individuais de cada painel de parede fiquem modulados entre as paredes ortogonais que as limitam.

PRIMEIRA E SEGUNDA FIADAS

A modulação de projetos em CAD com o uso de software específico desenha a primeira e a segunda fiadas (ímpar e par), dando origem à paginação das paredes já com a indicação para a compatibilização de projetos, o que facilita e acelera o processo de execução.

PASSAGEM DE DUTOS

Na execução das instalações deve-se evitar principalmente o rasgo horizontal de paredes estruturais para o embutimento das instalações. Rasgos de paredes significam retrabalho, desperdício, maior consumo de material e mão-de-obra, sem contar a insegurança decorrente da redução da seção resistente.

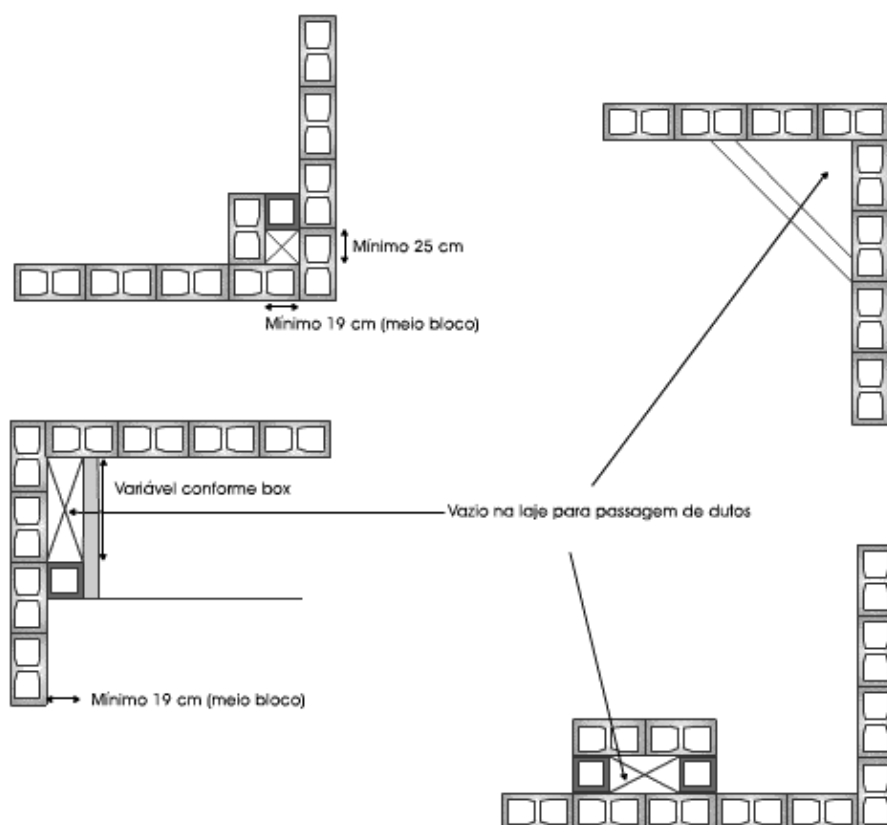


Figura 8 Exemplo de "Shafts"

MEDIDAS PARA EVITAR RASGOS

- Paredes não-estruturais para o embutimento das tubulações.
- Aberturas tipo "shafts" para a passagem vertical de várias tubulações.
- Passagem por blocos especiais (blocos hidráulicos no sentido vertical para paredes estruturais).
- Emprego de tubulações aparentes.
- Rebaixo na laje (redução de espessura).
- Emprego de rodapé e rodaforro.

DETALHES SOBRE OS "SHAFTS"

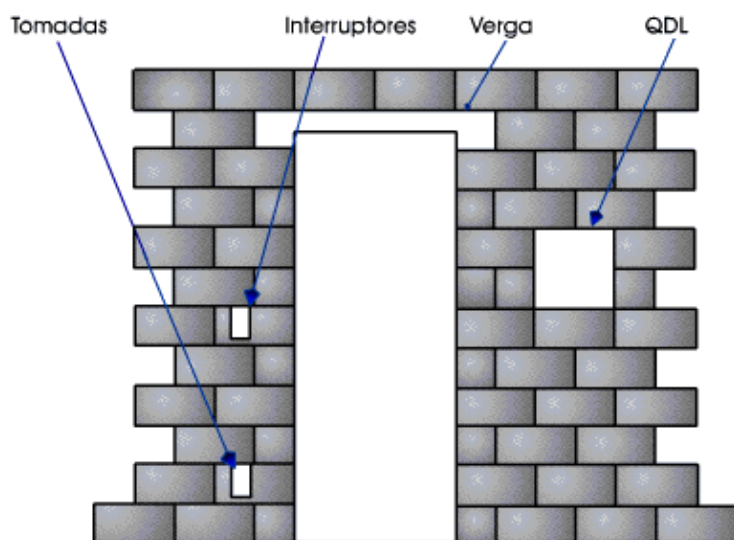
A melhor alternativa do ponto de vista construtivo e/ou de segurança estrutural é o uso de "shafts". Deve-se prestar atenção quanto à sua localização e dimensões. O arquiteto deve procurar agrupar ao máximo as instalações, ou seja, projetar áreas molhadas tão próximas quanto possível. Com isto, economiza-se espaço na arquitetura e a quantidade de "shafts" é reduzida.

PAGINAÇÃO

É o detalhamento das paredes em planta e elevação, bloco a bloco, uma a uma e com a representação de todas as aberturas – de portas, janelas e vãos – além das instalações. Nas elevações são definidas as aberturas, vergas, contravergas, eletrodutos, caixas de passagem, interruptores CD e tubulações hidráulicas.

Essas paginações devem ser lançadas pelo arquiteto para a elaboração dos projetos hidráulico, elétrico e estrutural. Tanto a primeira fiada como as elevações das paredes exigem detalhamentos em escalas não inferiores a 1:50, com a escala 1:25 sendo a mais recomendável.

A disposição de blocos de fiadas ímpares e pares é automaticamente definida na modulação por software para adaptar projetos em CAD. E a paginação fornece também os indicativos para a compatibilização com os demais projetos.



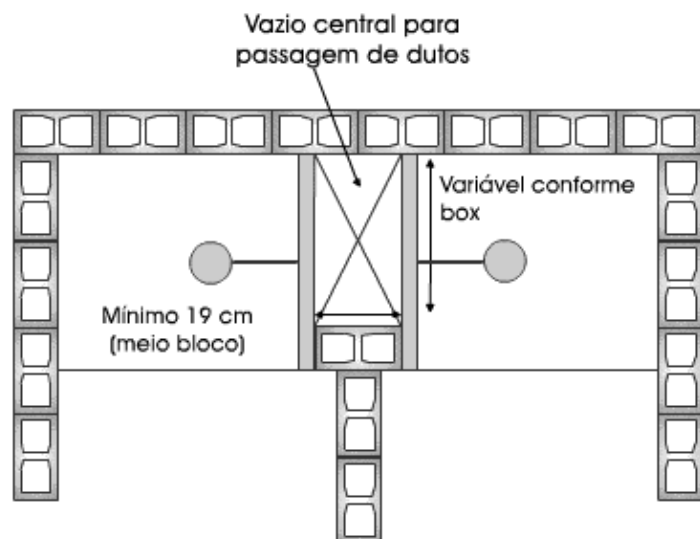
ROTEIRO PARA PROJETO ARQUITETÔNICO

- Conhecer condicionantes do projeto.
- Fazer reticulado.
- Fazer partido sobre a malha, procurando o máximo de simetria possível entre as paredes estruturais.
- Compatibilizar vãos e portas com dimensões externas dos marcos e com o tipo de abertura a ser usada (madeira, ferro ou alumínio).
- Dispor de shafts e considerar espaços para passagens de tubulações; estudando as paredes que podem ser utilizadas somente como vedação.
- Desenhar a primeira e segunda fiadas.
- Fazer as elevações, principalmente das paredes mais críticas, com mais aberturas ou passagens de tubulações,
- Identificar peças de ajuste dimensional de alvenaria.
- Posicionar vergas, contravergas, portas e janelas.
- Participar da troca de informações com os demais projetistas (estrutural, hidráulico e elétrico, incêndio, telefone, alarme, etc)

PROJETO HIDRÁULICO

A definição do projeto hidráulico exige interação da equipe de projetistas. Observar, sempre que possível, passagem das tubulações verticais pelos "shafts", em **PROJETO ARQUITETÔNICO**

Figura 9 Utilização de um shaft para a passagem de dutos de 2 banheiros

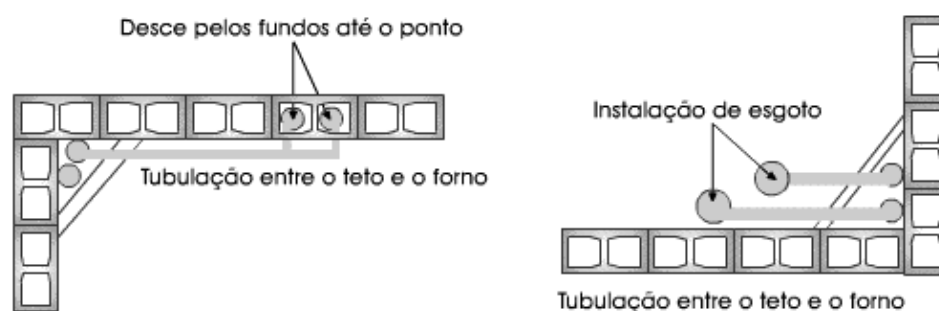


Banheiro rebatido

Com tubulações agrupadas em um shaft central

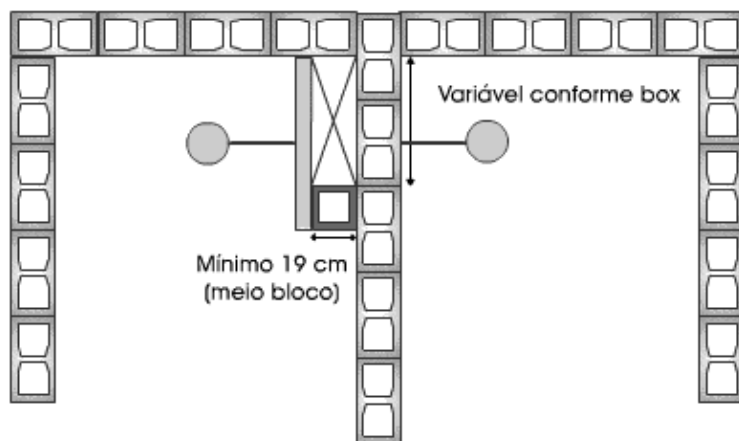
Quando o projeto arquitetônico permitir que se tenha uma única parede comum a todas as áreas molhadas, pode-se utilizar o recurso de ligá-las às prumadas dispostas externamente e justapostas à parede. Isso permite fechamento parcial ou total com outra parede e o painel removível. E também viabiliza o uso de kits pré-fabricados e dispensa remoção de acabamentos para inspecionar o resultado do processo.

Figura 10 Exemplo de passagem de tubulação



O projeto para o trecho horizontal de tubulação de grande diâmetro deve prever sua passagem entre a laje do teto e o forro. Os trechos verticais de água fria e quente para torneiras e chuveiros devem passar horizontalmente entre o forro e o teto até o ponto de descer ou subir na vertical pelos furos dos blocos. Sempre que haja paredes não-estruturais, deve-se dar a elas a preferência para a passagem de tubulações.

Figura 11 Exemplo de solução para o projeto hidráulico



Banheiro rebatido

Com tubulações agrupadas em um shaft central

É importante evitar os cortes horizontais em paredes estruturais. Caso a medida seja inevitável, vale a pena consultar o projetista estrutural para que sejam observados os usos de "sóculos", rodapés e rodafornos. Eventuais cortes para atender necessidades de manutenção em casos de vazamento podem atingir a integridade das paredes e alterar a sua função estrutural.

PROJETO ELÉTRICO

A definição do projeto elétrico também exige interação dos projetistas. Os eletrodutos embutidos devem passar pelos blocos vazados. É importante ressaltar: no sistema estrutural as caixas de passagem, de tomadas e interruptores podem ser pré-instaladas em blocos cortados durante a execução da alvenaria.

Como alternativa construtiva, pode-se assentar o bloco cortado com espaço para a caixa e posteriormente chumbá-la ao mesmo. Para a perfeita acomodação, as caixas para quadros de distribuição e de passagem devem ser projetadas em dimensões que evitem cortes nas alvenarias.

O projetista estrutural deve ser informado das dimensões e posições dos quadros de distribuição. Com isso, ele pode detalhar o reforço necessário para que as aberturas não prejudiquem a integridade estrutural das paredes.

Tabela 1 Dimensões recomendadas para quadros de distribuição

Nº de blocos horizontal x vertical	Dimensões de Quadros de Distribuição (m) x (m)
1 x 2	0,40 x 0,40
1 fi x 3	0,60 x 0,60
2 x 4	0,80 x 0,80
2 fi x 5	1,00 x 1,00
4 x 6	1,20 x 1,20

PROJETO ESTRUTURAL

O desenvolvimento de projetos em alvenaria estrutural exige do projetista procedimentos radicalmente diferentes dos tomados nos cálculos de outros tipos de estruturas. Mais do que no sistema convencional, o projetista deve orientar o construtor quanto a aplicações e controles de qualidade que garantam a segurança e a integridade do prédio. Soluções baseadas em conhecimentos e procedimentos aplicáveis a concreto armado devem ser dispensadas. É preciso pensar em alvenaria estrutural.

Importante

- Este capítulo inclui dados técnicos para o melhor desempenho dos blocos BRICKA sob a ação de cargas, orientações sobre argamassas e grautes, além de detalhes, padrões e cuidados construtivos a serem recomendados no projeto.
- projetista deve ter em mente que os detalhes construtivos apresentados são válidos como regra geral e que casos específicos, como excessiva concentração de carga de compressão ou paredes muito esbeltas, devem ser cuidadosamente analisados.
- As tabelas apresentadas referem-se ao uso de alvenaria estrutural não-armada.
- Quando for necessário o uso de alvenaria estrutural armada, o projetista deverá reportar-se à norma que estiver utilizando.

LAJES DE PISO E COBERTURA

A laje é elemento de alta relevância em projetos de alvenaria estrutural. É a partir dela que o esforço do vento é transmitido proporcionalmente para as paredes de contraventamento. Para garantir a transmissão dos esforços pela laje, é recomendável interligar as lajes adjacentes por barras de ferro, mesmo que o projeto tenha aplicado cálculos para apoiá-las.

Qualquer tipo de laje pode ser utilizado, desde que seja assegurada a transmissão dos esforços de uma laje para a outra, de forma que o conjunto trabalhe como um diafragma rígido. As lajes mais usadas são: maciça moldada no local, maciça pré-fabricada, pré-fabricada, painel pré-fabricado protendido alveolado e mista. Em mais de seis pavimentos é obrigatório interligar as lajes com armadura apropriada.

DIMENSIONAMENTO À COMPRESSÃO

A resistência dos blocos determina a resistência da alvenaria estrutural à compressão. Blocos mais resistentes aumentam a resistência da alvenaria. E a influência desse fator da argamassa é bem menor que no sistema convencional.

BRICKA produz rotineiramente blocos estruturais de 4,5 MPa e de 6,0 Mpa. Mas atende – sob encomenda – as necessidades de projetos estruturais que exijam padrões de resistências maiores, de 10 MPa, 15 MPa e 20 MPa. Os blocos de 14 cm têm área líquida média de 286 cm² e os blocos de 19 cm têm em média 292 cm².

VARIAÇÕES CONFORME AS NORMAS

A seguir, apresentamos os dados técnicos a serem utilizados pelo projetista estrutural. Registramos os valores de resistência específicos para quem aplica a Norma Brasileira de dimensionamento pelo método das tensões admissíveis e para quem segue a Norma Britânica, de estado-limite-último.

Observações

- Nos valores das tabelas a seguir, devido à diferença de critérios entre as duas normas, não é válido determinar as tensões por uma norma e utilizar as tabelas de resistências de outra.
- As tabelas registram valores médios de resistência.
- É importante que o calculista solicite ensaios de prisma com o tipo de bloco e argamassa recomendados.
- Os ensaios permitem certificar-se de que as resistências obtidas em obra estão de acordo com as previstas pelas tabelas, especialmente para projetos que apresentarem maiores níveis de tensão.

CARGA PRÓPRIA DAS PAREDES

As paredes com blocos BRICKA apresentam as cargas devidas ao peso próprio conforme o indicado na tabela abaixo, que revela padrões para este aspecto. As cargas mostradas como referência não estão majoradas. E sobre elas devem ser aplicados os coeficientes de segurança definidos especialmente para cada uma das normas que tratamos separadamente no próximo item sobre projeto estrutural.

Tabela 2 Peso próprio por tipo de parede

Espessura do bloco (cm)	Revestimento (mm)		Graute	Peso próprio (kg/m ²)
	interno	externo		
14	6	6	sem	196
14	6	20	sem	227
14	6	6	com	357
14	6	20	com	388
14	sem	sem	sem	170
14	sem	sem	com	331
19	6	6	sem	215
19	6	20	sem	246
19	6	6	com	437
19	6	20	com	496
19	sem	sem	sem	188
19	sem	sem	sem	439

PROJETOS QUE ADOTAM A NORMA BRASILEIRA

O projeto estrutural em alvenaria estrutural é normalizado pela NBR ABNT/NB-1228/89, que estabelece padrão de cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. A expressão abaixo calcula as cargas admissíveis para compressão axial em paredes de alvenaria não-armada.

$$P_{adm} = 0,20 f_p \cdot \left[1 - \left(\frac{h}{40t} \right) \right] \cdot A$$

P_{adm} = carga admissível da parede

f_p = resistência média dos prismas

h = altura efetiva

t = espessura efetiva

A = área

Tensões Admissíveis para os Blocos Bricka

As duas tabelas a seguir indicam as tensões admissíveis à compressão para os blocos BRICKA de acordo com a Norma Brasileira. Os valores registrados são válidos para paredes executadas com argamassa nas juntas horizontais e em toda a superfície de assentamento do bloco, nas faces laterais e septos.

Quando o assentamento da argamassa for feito apenas nas faces laterais dos blocos, os valores tabelados deverão ser minorados em 25%. É importante que o projetista deixe claro no projeto executivo o tipo de assentamento para o qual foi projetada a parede.

Tabela 3 Cargas admissíveis para blocos BRICKA de 14 cm (kN/m)

Hefetiva (m)	Argamassa*	Resistência do bloco (MPa)				
		6,0	10,0	15,0	20,0	
(tipo)	4,5					
2,60	(i)	85,7	108,4	133,6	161,3	186,5
2,60	(ii)	85,7	105,8	126,0	143,6	161,3
2,70	(i)	84,5	106,9	131,8	159,1	184,0
2,70	(ii)	84,5	104,4	124,3	141,7	159,1
2,80	(i)	86,3	105,4	129,9	156,8	181,3
2,80	(ii)	83,3	102,9	122,5	139,7	156,8

(*) os tipos de argamassa estão especificados na tabela "Tipos de argamassa"

Tabela 4 Cargas admissível para blocos BRICKA de 19 cm (kN/m)

Hefetiva (m)	Argamassa*	Resistência do bloco (MPa)				
		6,0	10,0	15,0	20,0	
(tipo)	4,5					
2,60	(i)	105,8	135,0	178,7	226,2	269,9
2,60	(ii)	105,8	131,3	167,8	200,6	233,5
2,70	(i)	105,3	134,3	177,9	225,0	268,6
2,70	(ii)	105,3	130,7	167,0	199,6	232,3
2,80	(i)	104,7	133,6	175,9	223,8	267,1
2,80	(ii)	104,7	130,0	166,1	198,5	231,0

(*) os tipos de argamassa estão especificados na tabela "Tipos de argamassa"

PROJETOS QUE ADOTAM A NORMA BRITÂNICA

A Norma Britânica BS 5628 do Reino Unido estabelece os parâmetros a serem utilizados no projeto estrutural em sua Parte 1, que trata de alvenaria não-armada. As cinco tabelas a seguir adaptam o uso de blocos BRICKA para as especificações da Norma Britânica. A expressão abaixo revela a forma de determinar as tensões características de projeto.

$$F_k = \frac{Y_m \cdot F_d}{\beta \cdot b \cdot t}$$

F_k = tensão característica de projeto

Y_m = coeficiente de segurança parcial para materiais

F_d = Carga de projeto

β = fator de redução para a esbeltez e excentricidade de carregamento

b = comprimento da parede

t = espessura efetivada parede

Quando o assentamento da argamassa for feito apenas nas faces laterais dos blocos, os valores de resistência devem ser minorados em 25 %. É importante que o projetista deixe claro no projeto executivo o tipo de assentamento para o qual foi projetada a parede.

Tabela 5 Resistência característica da alvenaria para blocos BRICKA de 14cm (Mpa)

Tipo de argamassa	Resistência a compressão da unidade (MPa)				
	4,5	6,0	10,0	15,0	20,0
(i)	3,4	4,3	5,3	6,4	7,4
(ii)	3,4	4,2	5,0	5,7	6,4
(iii)	3,4	4,1	4,9	5,4	5,8
(iv)	3,2	3,6	4,3	4,7	5,2

Tabela 6 Resistência característica da alvenaria para blocos BRICKA de 19cm (Mpa)

Tipo de argamassa	Resistência a compressão da unidade (MPa)				
	4,5	6,0	10,0	15,0	20,0
(i)	2,9	3,7	4,9	6,2	7,4
(ii)	2,9	3,6	4,6	5,5	6,4
(iii)	2,9	3,3	4,5	5,2	5,8
(iv)	2,7	3,1	3,9	4,6	5,2

COMPRESSÃO EM CASO DE PAREDES GRAUTEADAS

No caso de paredes grauteadas, a resistência à compressão característica da alvenaria pode ser obtida admitindo-se um bloco monolítico. Mas para isso é preciso que a resistência do bloco seja determinada pela área líquida e que a resistência à compressão do graute a 28 dias seja pelo menos igual à resistência da área líquida do bloco.

**Tabela 7 Resistência característica da alvenaria (fck) (Mpa)
Blocos BRICKA de 14 cm Grauteados**

Tipo de argamassa	Resistência a compressão da unidade (MPa)				
	4,5	6,0	10,0	15,0	20,0

(i)	3,4	4,3	5,3	6,4	7,4
(ii)	3,4	4,2	5,0	5,7	6,4
(iii)	3,4	4,1	4,9	5,4	5,8
(iv)	3,2	3,6	4,3	4,7	5,2

**Tabela 8 Resistência característica da alvenaria (fck) (Mpa)
Blocos BRICKA de 19 cm Grauteados**

Tipo de argamassa	Resistência a compressão da unidade (MPa)				
	4,5	6,0	10,0	15,0	20,0
(i)	2,9	3,7	4,9	6,2	7,4
(ii)	2,9	3,6	4,6	5,5	6,4
(iii)	2,9	3,3	4,5	5,2	5,8
(iv)	2,7	3,1	3,9	4,6	5,2

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

A Norma Brasileira estipula as seguintes tensões admissíveis de cisalhamento: de 0,25 para blocos vazados ou maciços com a resistência da argamassa entre 12 e 17 Mpa e de 0,15 para blocos vazados ou maciços para argamassa com resistência entre 5 e 12 Mpa.

A Norma Britânica estabelece que a resistência ao cisalhamento, paralela ao plano da parede, pode ser tomada como $(0,35+0,6gA)/2,5$ até um máximo de 1,75 MPa para argamassas do tipo (i) e (ii), conforme a definições da tabela inserida no item "Tipos de argamassa", mais adiante. Para argamassas ali descritas como (iii) e (iv), a resistência pode ser de $(0,15 + 0,6 gA)/2,5$ até um máximo de 1,40 Mpa.

Observações

- Na fórmula para cisalhamento o fator gA representa o carregamento vertical de cálculo por unidade de área.
- Estudos indicam que a prática de construção em alvenaria estrutural sem o preenchimento da junta reduz em até 40% a resistência ao cisalhamento.
- Recomenda-se que a junta seca seja utilizada apenas para prédios com até quatro pavimentos, exceto nos casos em que a tensão calculada para o cisalhamento seja superior à metade da tensão admitida pelas normas.

ARGAMASSAS

A argamassa é o elemento de ligação das unidades de alvenaria em uma estrutura única, sendo normalmente constituída de cimento, areia e cal. É importante ressaltar que – embora as argamassas de assentamento sejam compostas pelos mesmos elementos constituintes do concreto – esta tem função e emprego bastante distintos.

Isso torna incorreto utilizar procedimentos iguais aos de produção de concreto para produzir argamassas de qualidade. O processo de produção do concreto objetiva a maior resistência à compressão com menor custo.

No caso das argamassas, o importante é gerar produto apto a transferir as tensões de maneira uniforme entre os blocos para compensar irregularidades ou variações dimensionais dos mesmos, além de ligar solidariamente as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistir aos esforços laterais.

Propriedades Mais Importantes para a Argamassa

- Trabalhabilidade.
- Retentividade de água.
- Tempo de endurecimento.
- Aderência.
- Durabilidade e resistência à compressão.

Trabalhabilidade

A trabalhabilidade da argamassa depende da combinação de vários fatores. Entre eles, destacam-se: qualidade do agregado, quantidade de água, a consistência, capacidade de retenção de água, tempo decorrido de preparação, adesão, fluidez e massa.

Argamassa de boa trabalhabilidade se espalha facilmente sobre o bloco e adere às superfícies verticais. Sua consistência permite que o bloco seja prontamente alinhado e na sobreposição das fiadas subseqüentes ela não provoca escorrimento. Em condições normais, o tempo entre mistura e uso da argamassa não deve passar de duas horas e meia.

Retentividade de água

A retentividade é a capacidade da argamassa de reter água contra a sucção do bloco. Este potencial pode ser ampliado com o uso de material pozolânico ou com mais água e tempo de mistura. Problemas dessa propriedade normalmente resultam de: má granulometria do agregado, agregados muito grandes, mistura insuficiente ou escolha de tipo de cimento inadequado.

Tempo de endurecimento

O endurecimento decorre da hidratação, ou seja, da reação química entre cimento e água. Se o endurecimento é muito rápido, a argamassa causa problemas no assentamento dos blocos e no acabamento das juntas. Se é muito lento, atrasa a construção pelo tempo de espera para a continuidade do trabalho.

Aderência

A resistência de aderência é a capacidade da interface bloco-argamassa de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) sem romper. Fatores que influenciam grau de contato e adesão: trabalhabilidade da argamassa, retentividade, taxa de absorção inicial do bloco, mão-de-obra, quantidade de cimento na mistura, textura da superfície do bloco, conteúdo de umidade do bloco, temperatura e umidade relativa.

Resistência à compressão

A resistência à compressão depende do tipo e quantidade de cimento usado na mistura. É importante ressaltar que grande resistência à compressão da argamassa não significa necessariamente a melhor solução estrutural.

A argamassa deve ser resistente para suportar os esforços que a parede precisa suportar. No entanto, não deve exceder a resistência dos blocos da parede, para que as fissuras decorrentes de expansões térmicas ou outros movimentos da parede ocorram na junta.

Uma argamassa mais forte não resulta necessariamente em parede mais forte porque não há relação direta entre as duas resistências. Para cada resistência de bloco existe uma resistência ótima de argamassa. E o aumento da resistência desta

não aumentará a da parede.

Materiais constituintes da argamassa

CIMENTO – Utilizam-se principalmente cimentos Portland Comuns (CP), além do pozolânico (Poz) e do Alto-Forno (AF). O excesso de cimento – mais que 1/3 do volume total – aumenta muito a contração da argamassa, prejudicando a durabilidade da aderência.

CAL – Confere à argamassa plasticidade, coesão, retentividade e extensão da aderência, sendo o principal componente para assegurar a durabilidade da aderência.

AREIA – Areias grossas aumentam a resistência à compressão da argamassa, mas é preferível o uso de areias finas porque estas aumentam a aderência.

Tabela 9 Granulometrias recomendadas para as areias de argamassa conforme as normas Britânica e Norte-americana

Abertura	Percentagem (em peso) que passa nominal (em mm) nas peneiras	
	BS – 1200	ASTM C-144
4,8	100	100
2,4	90 – 100	95 – 100
1,2	70 – 100	70 – 100
0,6	40 – 80	40 – 75
0,3	5 – 40	10 – 35
0,15	0 – 10	2 – 15

Tipos de argamassa

Os tipos de argamassa utilizados no assentamento de unidades são misturas a base de cal, cimento, cimentos com aditivos, cimentos de alvenaria ou mistas, de cal e cimento. A argamassa a base de cal não é recomendada para alvenaria estrutural, ao passo que as mistas são as mais adequadas ao sistema. Constituídas de cimento, cal e areia em doses adequadas, as mistas apresentam as vantagens das argamassas de cal e cimento.

Mas o tipo de argamassa a ser usado deve ser conforme a função que a parede vai exercer, as condições de exposição da mesma e do tipo de bloco. Nem sempre uma argamassa mais resistente é a mais indicada. A seleção do tipo de argamassa para o projeto depende da análise das necessidades da alvenaria a ser construída e das propriedades dos tipos de misturas disponíveis. Nesta seleção dois pontos fundamentais devem ser considerados:

Nenhuma argamassa oferece os melhores resultados para todas as aplicações.

Bom senso é importante: não se deve utilizar argamassa com resistência à compressão maior que a necessária para atender as exigências estruturais do projeto, mas é anti-econômica e pouco prática a mudança contínua do tipo de argamassa para as várias partes da mesma obra.

Tabela 10 Traços de argamassa para os blocos BRICKA conforme a Norma Britânica

	Tipo de Argamassa	Resistência a Compressão
	(proporção por volume)	aos 28 dias (MPa)

Designação	cimento	cal	areia	laboratório	obra
(i)	1	0 a 1/4	3	16,0	11
(ii)	1	1/2	4 a 4,5	6,5	4,5
(iii)	1	1	5 a 6	3,6	2,5
(iv)	1	2	8 a 9	1,5	1,0

GRAUTE

O graute preenche os vazios dos blocos para aumentar a resistência à compressão da alvenaria sem elevar a resistência do bloco. É composto dos mesmos materiais usados para produzir concreto convencional e pode ser usado no canteiro de obras.

Mas difere do concreto no tamanho do agregado graúdo – 100% mais fino e passado na peneira de 12,5 mm – e na relação água/cimento. Para preencher todos os vazios – e considerando que o bloco normalmente tem grande absorção de água – o graute deve ter elevada trabalhabilidade.

O ensaio de slump precisa mostrar abatimento de 20 a 28 cm e a relação água/cimento, entre 0,8 e 1,1, dependendo do módulo de finura da areia. A fixação do slump nesta faixa dependerá da taxa de absorção inicial das unidades e da dimensão dos furos dos blocos.

Materiais Constituintes

O graute exige o uso de cimentos do tipo CP ou MRS. Em certos casos pode ser adicionada cal na mistura para diminuir a sua rigidez – de 0 a 1/10 do volume de cimento. São recomendadas areias com módulo de finura entre 2,3 e 3,1. Estas requerem menos cimentos, permitindo que o graute alcance maior resistência à compressão e menor retração no endurecimento.

Tabela 11 Granulometria recomendada para areias: porcentagem retida acumulada

Altura da peneira (mm)	Tipo 1	Tipo 2
9,5	0	0
4,8	0 – 5	0
2,4	0 – 20	0 – 5
1,2	15 – 50	0 – 30
0,6	40 – 75	25 – 60
0,3	70 – 90	65 – 90
0,15	90 – 98	85 – 98
0,075	95 – 100	95 – 100

Tabela 12 Granulometria recomendada do agregado graúdo para o graute

Abertura da peneira (mm)	% retida acumulada
12,5	0
9,5	0 – 15

4,8	70 – 90
2,4	90 – 100
1,2	95 – 100

Dosagem

Para os blocos BRICKA podem ser usados graute com ou sem agregado graúdo, nas proporções recomendadas para areias, conforme tabela abaixo:

Tabela 13 Granulometria recomendada para areias: porcentagem retida acumulada

Altura da peneira (mm)	Tipo 1	Tipo 2
9,5	0	0
4,8	0 – 5	0
2,4	0 – 20	0 – 5
1,2	15 – 50	0 – 30
0,6	40 – 75	25 – 60
0,3	70 – 90	65 – 90
0,15	90 – 98	85 – 98
0,075	95 – 100	95 – 100

Em caso de necessidade de uso de blocos com resistência – acima de 10 Mpa – com graute, recomenda-se o desenvolvimento de dosagem específica para o traço adequado.

Tabela 14 Proporções recomendadas para a Dosagem do Graute

	Materiais Constituintes		
	cimento	areia	brita 0
sem agregado graúdo	1	3 a 4	----
com agregado graúdo	1	2 a 3	1 a 2

Proporcionamento, mistura e lançamento

O proporcionamento dos materiais componentes deve ser feito de forma que as quantidades especificadas possam ser controladas e mantidas com precisão de $\pm 5\%$. A mistura desses materiais deve efetuar-se mecanicamente por tempo não inferior a 5 minutos para garantir a total homogeneidade.

Transporte e lançamento do graute podem ocorrer por bombeamento ou manualmente. Recomenda-se, sempre que possível, grautear de fiada em fiada, ou pelo menos em 2 vezes: uma até meio pé-direito e outra ao se atingir a última fiada. Isto diminui o risco de vazios nos alvéolos dos blocos.

O graute deve ser adensado com auxílio dos vibradores de agulha de pequeno diâmetro ou por compactação manual. Não se faz cura do graute, exceto no caso da fiada de respaldo, que serve de apoio para as lajes.

JUNTAS DE DILATAÇÃO E DE CONTROLE

Para evitar o aparecimento de fissuras devido a variações de temperatura, devem-se fazer juntas de dilatação a cada 20 m de estrutura em planta. É importante fazer também juntas de controle vertical para permitir que o prédio movimente-se pela retração e expansão devidas à temperatura.

Situações que exigem juntas de controle

- Mudanças bruscas de direções da parede com formas de L, T e U).
- Nos pontos em que há variação na espessura da parede.
- Nos pontos em que há variação brusca da altura da parede.

Procedimentos para executar juntas de controle

- Fazer a junta contínua em toda a altura da parede;
- Preencher a junta com material deformável para que os movimentos ocorram livremente.

RECOMENDAÇÕES A SEREM REGISTRADAS NO PROJETO

Vários cuidados devem ser tomados em obra para que a alvenaria tenha o desempenho e a resistência estabelecidos no projeto. Assim, a resistência de elementos de alvenaria – paredes e pilares – depende de uma série de fatores a se ressaltar no corpo do projeto executivo.

Informações e recomendações que o projeto executivo deve conter

- Resistência e tipos de blocos a serem utilizados.
- Traço da argamassa e resistência à compressão que deve apresentar.
- Cuidados construtivos importantes para garantia do desempenho estrutural projetado, tais como:
- Tolerâncias na espessura da junta.
- Manutenção do prumo e nível.
- Condições de cura.
- Empenamento máximo do pé-direito e máximo desaprumo da obra.
- Tolerâncias de prumo e nível das fiadas.

PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo é fundamental para que se consiga atingir o máximo das vantagens que o processo construtivo em alvenaria estrutural permite. A utilização apenas dos projetos arquitetônicos e estruturais pode causar problemas de entendimento na obra por falta de detalhes e por exigir a tomada de decisões em obra – sem planejamento prévio para solucionar os problemas.

O projeto executivo integra as soluções do escritório e do canteiro, aumentando o nível de construtibilidade e permitindo antecipar e prevenir problemas de execução. Composto de desenhos, detalhes e informações claras para execução das alvenarias, faz com que as intenções do projeto sejam melhor interpretadas na obra.

Elementos do projeto executivo das alvenarias

- Planta baixa.
- Cortes e elevações.
- Informações sobre materiais a serem utilizados.
- Detalhes típicos de ligações entre paredes e pilares.
- Detalhes de vergas e contra-vergas.
- Detalhes de amarrações nos cantos em T.
- Detalhes de passagens de tubulações e posições de equipamentos elétricos e hidráulicos.
- Detalhes especiais como indicação dos pontos a serem grauteados.
- Especificação dos tipos e quantidades de blocos e elementos pré-moldados a serem empregados.

RECOMENDAÇÕES PARA PROJETOS EXECUTIVOS

Planta Baixa

A planta baixa no projeto executivo deve apresentar: paredes sem revestimento, plantas da primeira e segunda fiadas, tipos de bloco para cada pano de parede, representação das paredes a serem grauteadas. Se a marcação da obra for pelo eixo, as medidas de distância entre eixo e face interna de cada parede devem ser indicadas na planta de modulação da primeira fiada.

Paginações

Recomenda-se o uso de paginação para todas as paredes que apresentem aberturas e ou instalações que não possam ser detalhadas e verificadas nas plantas baixas. As paginações devem mostrar a posição dos blocos especiais para instalações elétricas e hidráulicas, descida das prumadas de luz e água, amarração entre as paredes, detalhamentos sobre a ferragem. Devem aparecer as aberturas de portas e janelas, localização das vergas, contravergas e blocos tipo canaleta, além das posições dos quadros de distribuição das instalações elétricas e sua solução estrutural.

Detalhes Construtivos

Devem ser fornecidos detalhes construtivos que não estejam explicitados nas plantas baixas e paginações. Os detalhes que aparecem com maior frequência podem ser fornecidos em um caderno

de detalhes dentro de padrão que evite repetições nas várias plantas. Além das plantas descritas neste item, o projeto executivo pode conter também o projeto de laje acabada, a localização de equipamentos como escantilhões e o lay-out da obra.

Figura 12 Vista geral: elementos estruturais

