

A redescoberta da alvenaria estrutural

Tecnologia permite projetos sofisticados, com flexibilidade de *layout* e rigidez estrutural

Historicamente, a alvenaria estrutural sempre sofreu o estigma de solução construtiva limitada, de qualidade questionável e destinada apenas a obras populares. Agora, porém, o mercado brasileiro parece estar descobrindo novas aplicações para esse sistema, que ainda hoje representa uma das formas mais baratas de se construir. Tanto que as obras com financiamento da Caixa Econômica Federal são quase todas executadas com alvenaria estrutural.

O impulso para esse movimento é a necessidade de baratear o custo da obra para as construtoras, e o valor do imóvel para os consumidores, que colocou o preço entre as prioridades na hora da compra de apartamentos de dois e três dormitórios. Já se constroem edifícios de alto padrão nas grandes cidades brasileiras, com flexibilidade de *layout*, balanços, varandas e vãos maiores, como o residencial recém-lançado Absolut, que a Tibério está construindo em Moema, em São Paulo. Com 130 m² de área privativa e quatro dormitórios, sendo duas suítes, o empreendimento conta com dez opções de plantas.

Tal liberdade ajuda a quebrar um dos preconceitos atrelados ao sistema: o de que a alvenaria estrutural impõe limites severos ao desenho arquitetônico e que o fato de utilizar as próprias paredes como elementos estruturais impede completamente mudanças de *layout*. Hoje, essas restrições foram suavizadas pela criatividade dos arquitetos, a evolução dos procedimentos de cálculo e a melhora dos componentes. Como reflexo, surgem projetos mais sofisticados que, entre outras coisas, combinam melhor as paredes estruturais com as de vedação, conferindo maior flexibilidade. "Sempre existirão obstáculos para o arranjo arquitetônico quando se utiliza a alvenaria estrutural. Entretanto, vale destacar que qualquer sistema estrutural implica limitações arquitetônicas", afirma o engenheiro Márcio Ramalho, professor da Universidade Federal de São Carlos. "Em função da redução das paredes com função estrutural, porém, as solicitações aumentam de intensidade e a avaliação correta das ações é uma condição fundamental para o desempenho futuro da estrutura", alerta.

Processo semi-industrializado

A adequação da alvenaria estrutural em obras atuais se justifica pela colaboração do sistema à racionalização da obra. Além disso, para algumas tipologias é consensual já que o sistema é mais vantajoso, em termos financeiros,

do que o concreto moldado no local. A regularidade de alguns blocos possibilita a redução de revestimentos, uma vez que chapisco e emboço podem ser dispensados sem prejudicar o acabamento das paredes. Também pelo fato de permitir uma estrutura

mais lisa, sem a sobressalência de pilares e vigas, a alvenaria estrutural evita cortes mais detalhados em revestimentos cerâmicos, colaborando com a uniformidade do ambiente. "As economias decorrentes desses fatores variam de 20%, no caso de edifícios com apar-

tamentos que saem do térreo, a 7% — edifícios com estrutura da garagem de concreto armado e transição — em relação ao custo total da obra", revela o projetista Cláudio Creazzo Puza.

Outras vantagens podem ser acrescidas se o processo modulado »



Blocos para alvenaria estrutural

Cerâmico

No passado, apresentava muitos problemas por causa da queima da cerâmica, que fazia com que, em uma mesma fornada, existisse um desvio-padrão muito grande entre as peças. Porém, isso começou a ser resolvido com a importação de fornos de alta tecnologia, que controlam melhor a queima. Mais leve que os blocos de concreto, os blocos cerâmicos podem chegar a resistências de 18 MPa. Têm sido mais empregados sem armadura em prédios baixos, como casas e edifícios de até dez pavimentos. "Seus furos são menores, o que atrapalha a armação. Por isso normalmente são utilizados em alvenaria não-armada", afirma José Luiz Pereira.

Modulação: 15 x 20 x 30 cm e 20 x 20 x 40 cm

Concreto

É o bloco mais utilizado e o que conta com maior número de fornecedores. Possui boa resistência à compressão, porém, é mais pesado do que os outros tipos de blocos. É o único que possui normas específicas para cálculo de alvenaria estrutural. Há dois anos, a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) lançou o Selo de Qualidade para Blocos de Concreto para servir como referencial aos blocos que são produzidos em atendimento à normalização técnica.

Modulação: 20 x 40 cm e 15 x 30 cm (menos utilizados)

Sílico-calcário

São fabricados por prensagem a partir de uma mistura de cal virgem em pó e areia

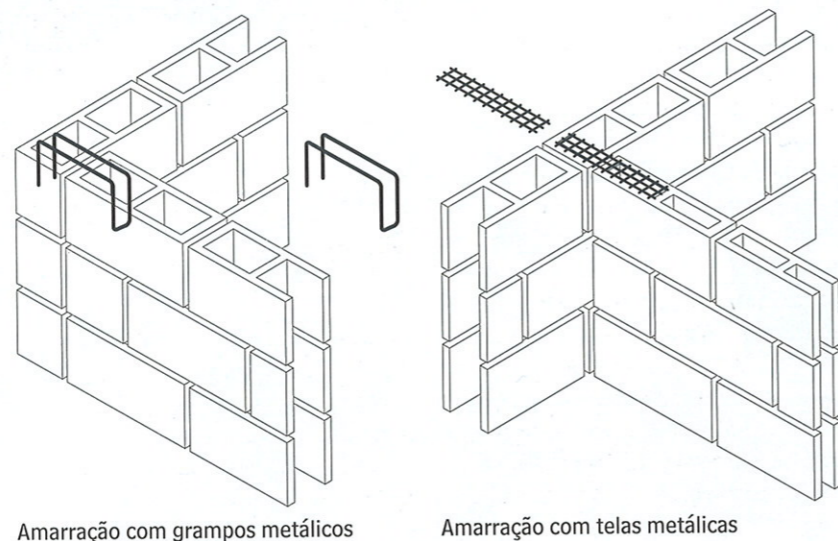
silicosa, submetida a um processo de autoclavagem a alta pressão. Chegam a 15 MPa de resistência e têm como vantagem a desprezível variação das dimensões dos blocos. "Além disso, é um bloco com melhor aparência, o que faz com que seja bastante utilizado para vedação aparente, sobretudo em supermercados e *shoppings*", explica Carlos Antônio Riszcallah, diretor técnico da Prensil. Apesar disso, o mercado ainda oferece certa resistência ao material, pelo fato de ser produzido por apenas uma empresa. As normas que determinam modulação e desempenho acabaram de ser elaboradas.

Modulação: 20 x 40 cm (norte-americana) e 12,5 x 25 cm (européia)

for complementado por elementos pré-fabricados, como vergas de portas, contramarcos de janelas, degraus de escadas e quadros para distribuição elétrica. Pré-fabricados maiores, como lajes parcial ou totalmente concretadas, escadas e vigas, também podem ser empregados. Segundo Cláudio Puga, além de permitir maior velocidade de execução, a combinação da alvenaria estrutural com peças pré-moldadas é conveniente. Isso porque, muitas vezes, moldar peças no local exige uma mão-de-obra diferente do assentador de blocos, o que pode gerar conflitos. "No caso de lajes, é mais fácil trabalhar com duas equipes, porém, inserir uma escada, por exemplo, é um procedimento que provoca muitas interferências na alvenaria. Uma equipe começa a conflitar com outra, diminuindo a produtividade", explica. O eventual uso desses elementos, porém, dependerá de um estudo de viabilidade financeira.

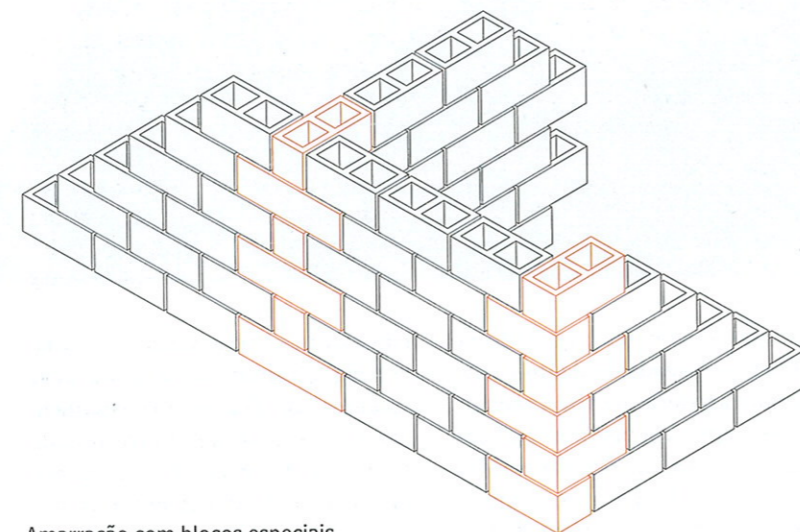
Adaptação da mão-de-obra

Alguns cuidados são fundamentais para garantir maior racionalização, como a perfeita compatibilização entre os projetos de estruturas e instalações. De acordo com o arqui-



Amarração com grampos metálicos

Amarração com telas metálicas



Amarração com blocos especiais

Ilustração: Sérgio Colóto

Residencial alto padrão

Em Barueri-SP a MPD Engenharia está construindo com alvenaria estrutural um residencial com quatro edifícios de fachada neoclássica, 14 pavimentos e um subsolo. Com 139 m² de área útil, os apartamentos do Residencial Parque Tamboré são comercializados com três opções de plantas: quatro dormitórios (sendo dois com suíte), três dormitórios (três suítes com sala ampliada) e dois dormitórios (duas suítes com escritório). Desde 1999, a MPD constrói com alvenaria estrutural e hoje prioriza o sistema construtivo em seus residenciais de alto padrão. A flexibilidade de plantas foi obtida com a mescla de paredes de vedação e estruturais. Segundo André Bezerra, coordenador de obras da MPD, quase 50% das paredes dos edifícios do residencial não têm função estrutural.

No térreo do edifício Parque Tamboré, o projeto arquitetônico de Reinaldo Pestana prevê pé-direito de 4 m, possível graças à combinação da alvenaria estrutural com estrutura reticulada de concreto armado. Dessa forma, do subsolo ao primeiro andar foi empregada estrutura convencional com laje de transição maciça capaz de absorver as cargas. Somente a partir desse ponto a alvenaria estrutural começa a subir. Foram empregados blocos de concreto de resistências diferenciadas – 14 MPa, 10 MPa e 6,5 MPa – de acordo com a altura do edifício. Foram utilizadas, ainda, lajes moldadas no local que chegam a vencer vãos de até 7 m. Para o revestimento, uma das etapas de maior economia para a construtora, a opção foi pela massa única e textura acrílica para o acabamento. "Os principais



ganhos são resultado da uniformidade de espessura das paredes de fachada, o que faz com que possamos utilizar uma quantidade de revestimento mínima, o suficiente para atender às normas", explica Bezerra. Em média, uma laje é entregue a cada 14 dias. "Porém, em outros empreendimentos, já chegamos a fazer uma laje por semana", conta. As obras devem ter duração de 24 meses, com entrega do edifício prevista para dezembro de 2004.

FICHA TÉCNICA

incorporação: **MPD Engenharia e KC Imobiliária**; construção: **MPD Engenharia**; arquitetura: **Reinaldo Pestana**; projeto estrutural: **Cláudio Puga Engenharia de Projetos**; blocos: **Glasser, Portital e Blokret**; paisagismo: **Benedito Abbud**

teto Carlos Alberto Tauil, da Glasser, um projeto de alvenaria estrutural deve ser bastante detalhado e integrado, de forma a restar o menor número possível de decisões a serem tomadas no canteiro.

O tipo de amarração que será utilizada entre as paredes de alvenaria, por exemplo, é algo que deve ser definido previamente pelo projetista e pelo construtor. Pontos de concentração das tensões verticais e de

transferência de tensões entre uma parede e outra são críticos e, sem um cuidado adequado, podem causar patologias. Existem algumas formas de evitar problemas: o emprego de grampos metálicos, telas metálicas com argamassa ou, ainda, a amarração das fiadas com blocos especiais. Para isso, a indústria de blocos de concreto ampliou a gama de produtos e, assim, além das modulações tradicionais, surgiram mais de dez

modelos de blocos para amarrar as juntas. "Todas essas formas são possíveis e eficientes e partem da decisão do construtor e do projetista", explica Tauil. "Entretanto, o grampo exige, além de qualificação do assentador, fiscalização constante, pois pode acontecer de o operário deixar de inserir o grampo", alerta.

Não só por isso, mas também para garantir os requisitos básicos como prumo e plano das alvenarias,»

controle da resistência dos blocos e dos prismas, entre outras tarefas, é fundamental que a execução das alvenarias seja feita por uma equipe bem treinada. "O problema mais comum quando não há mão-de-obra especializada é o desalinhamento e a falta de prumo. Outra tarefa que merece atenção é a colocação do graute no bloco na quantidade e forma adequadas, sob o risco de gerar patologias futuras", explica Carlos Alberto Schalch Jr., diretor da Logica, empresa que fornece mão-de-obra especializada em alvenaria. "Por isso, primeiro os bloquiteiros precisam ganhar experiência com alvenaria de vedação para depois partir para a alvenaria estrutural", salienta.

A questão da mão-de-obra frequentemente é colocada como motivo de resistência ao sistema no Brasil. Questiona-se, por exemplo, se há qualificação o bastante para executar uma alvenaria com função estrutural. Para



Para construções com mais de 12 andares, ou naquelas em que os esforços de vento são mais significativos, recomenda-se o uso de armações

o engenheiro Cláudio Puga, a inadequada qualificação da mão-de-obra brasileira não deve ser empecilho para o sistema. Muito pelo contrário. "Temos uma mão-de-obra que, culturalmente, se adapta bem ao método e que, com um pequeno treinamento, pode trabalhar bem", afirma. Para a alvenaria estrutural, o número de operários é menor e algumas funções praticamente deixam de existir, como o carpinteiro e o armador, já que as armaduras em geral são muito simples, podendo ser preparadas pelos próprios pedreiros.

Prevenção

Entre as patologias mais frequentes estão as fissuras nos pontos de concentração de tensões ao lado das aberturas. Isso acontece porque a parcela de carga que vem na direção do vão se desvia da abertura, se concentra nas laterais e aumenta a deformação, se homogeneizando novamente abaixo da abertura. A preven-

A evolução da alvenaria estrutural com blocos de concreto no Brasil

Anos 60 – Em 1968, o professor Fernando Luiz Lobo Barboza Carneiro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, elaborou um anteprojeto de norma para o BNH (Banco Nacional da Habitação).

Anos 70 – A alvenaria estrutural apresenta os primeiros avanços técnicos e comerciais. Alguns exemplos são os edifícios projetados pelo calculista José Luiz Pereira, como o Conjunto Central Parque da Lapa, em São Paulo, com quatro blocos de edifícios de 12 pavimentos, o edifício Muriti em São José dos Campos-SP com 16 pavimentos e o conjunto Itaquera I, da Cohab, em São Paulo, com 1.620 apartamentos. Nessa época, é aberta a comissão de estudos para elaboração das normas sobre alvenaria estrutural de blocos de concreto na ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas). Foi também nesse período que a alvenaria estrutural passou a ser intensamente utilizada como solução construtiva para o segmento de moradia

popular. "Porém, descuidos técnicos, sobretudo na fabricação dos blocos, o desrespeito aos procedimentos técnicos necessários à produção de componentes à base de cimento e o desconhecimento do comportamento da alvenaria como estrutura resultou num grande número de patologias", comenta Márcio dos Santos Faria, engenheiro da ABCP. Conseqüentemente, o processo construtivo sofre um grande dano e, por muitos anos seguintes, o sistema passa a ser visto como produto de baixa qualidade.

Anos 80 – Apesar dos danos causados pela equivocada aplicação dos blocos, a alvenaria estrutural não se extinguiu. Alguns profissionais que possuíam domínio técnico do assunto continuaram divulgando nas escolas, empresas e entidades públicas o emprego correto. Empresas como a Encol e Lix da Cunha investem em pesquisa, pois percebem o potencial de racionalização técnica que a alvenaria estrutural modulada com

blocos de concreto possuía. Assim, o processo construtivo começa a apresentar um avanço técnico. Iniciou-se um trabalho de revisão em todas as etapas do processo de maneira sistêmica, da técnica de aplicação empregada pelas equipes de produção de alvenaria (desenvolvendo novos equipamentos, padronizando procedimentos) ao processo de gestão e elaboração dos projetos.

Anos 90 – Inúmeros edifícios são erguidos, agora com projetos compatibilizados entre si. Em 1999, a Caixa Econômica Federal, que financia edifícios em alvenaria estrutural desde os anos 70, cria o PAR (Programa de Arrendamento Residencial), que funciona como uma espécie de *leasing*, no qual o mutuário paga por até 15 anos o valor da prestação e ao final desse prazo se torna proprietário do imóvel. A partir de então, a entidade passou a ser mais rigorosa com a qualidade das edificações.

Fonte: Márcio dos Santos Faria – ABCP

ção ao problema é feita com a construção de vergas e contravergas, sempre passando, no mínimo, 30 cm da abertura.

Além disso, movimentos ocasionados por efeitos térmicos nas lajes de cobertura costumam provocar fissuras nas paredes do último pavimento, apesar de esse tipo de patologia não ser exclusividade da alvenaria estrutural. Aparecem como uma fissura horizontal abaixo da canaleta de apoio, ou com inclinações de 45° nas paredes transversais. Uma das soluções, nesse caso, é a divisão das

lajes de coberturas em diferentes partes, para que a deformação não prejudique a alvenaria. Outro recurso é fazer o desligamento da laje de cobertura com a alvenaria. Para isso, é necessária a inserção de materiais como papel betumado ou placa de PVC nos pontos de contato da laje com a alvenaria. "É fundamental que o construtor mantenha a laje de cobertura sempre protegida e que o projetista considere a ventilação do telhado para minimizar o choque térmico nas lajes", explica José Luiz Pereira.

Recorde de altura

Com 28 pavimentos, o Excalibur Hotel & Casino, em Las Vegas, Estados Unidos, é considerado o edifício de alvenaria estrutural mais alto dos Estados Unidos. Inaugurado em 1990, após 20 meses de obras e investimentos da ordem de US\$ 290 milhões, a construção ocupa um terreno de 473 mil m², foi inspirada na lenda do rei Arthur e os cavaleiros da Távola Redonda e conta com 4.008 quartos divididos em quatro torres. Um dos fatores que determinou a escolha pelo sistema foi o desempenho diante de ações sísmicas, comuns naquela região. Além disso, o grupo Mandalay Resort Group, responsável pelo empreendimento, estava à procura de uma solução construtiva que permitisse uma ocupação do espaço mais rápida, fazendo com que, conseqüentemente, a empresa obtivesse o retorno mais breve do investimento. Além disso, já que o edifício seria densamente ocupado, o sistema precisava contemplar rigorosas normas de resistência sísmica,



conforto ambiental e segurança ao fogo. O arquiteto Veldon Simpson projetou o cassino em forma de castelo medieval, enquanto que formas convencionais foram empregadas nas duas torres do hotel. Trata-se de uma estrutura grandiosa. Na construção do Excalibur foram empregados 3,2 milhões de blocos de concreto, mais de 32 mil m² de telhas e quase 700 mil m² de gesso acartonado. A estrutura é composta por lajes de concreto pré-moldadas e paredes estruturais de 29 cm de espessura nos cinco primeiros pavimentos e de 19 cm nos demais andares (veja tabela).

ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA

Pavimento	Espessura da parede (mm)	Resistência do bloco (MPa)	Armação (mm)
24-28	190	6	13
23	190	6	13
19-22	190	9	13
16-18	190	11	13
12-15	190	13	16
9-11	190	16	16
6-8	190	19	16
1-5	290	19	16

Outros problemas derivam de características inadequadas dos componentes, como a retração de blocos decorrente da falta de cura adequada. "É importante frisar que, quando a alvenaria é bem projetada e executada, as patologias não devem aparecer", ressalta Pereira.

Mercado em crescimento

Apesar do aumento do uso da alvenaria estrutural em construções de alto padrão, ainda é no segmento popular que está o maior nicho a ser explorado. Para suprir a demanda crescente, em virtude do déficit habitacional brasileiro, o sistema construtivo, sobretudo sem armações, é apontado como um dos mais adequados. "Para um país como o Brasil, a alvenaria não-armada é muito mais vantajosa. Pelas dificuldades de execução e, portanto, pelo preço mais elevado, a alvenaria armada só se justificaria pela necessidade de se obter um sistema estrutural de maior ductilidade, o que pode se tornar necessário em edifícios muito altos, por exemplo", defende Márcio Ramalho.

Além disso, sobretudo com os blocos de concreto, a oferta do componente vem crescendo em diferentes pontos do País. Só no último ano, pelo menos uma nova fábrica de blocos de concreto foi fundada no Brasil. <<

Juliana Nakamura

LEIA MAIS

- Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**, Marcio A. Ramalho e Márcio R. S. Corrêa. Pini, 2003
- Alvenaria estrutural – Moderna técnica milenar**, Revista *Téchne* nº 12
- Como construir: projeto e execução de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos**, Revista *Téchne* nº 27
- Filão estruturado**, Revista *Téchne* nº 34
- Como construir: reforço de alvenaria estrutural não-armada no último pavimento**, Revista *Téchne* nº 73