

Aços para construção civil – alvenarias

Alberto Menache
ArcelorMittal

Reforço de paredes de alvenaria com treliças planas de aço

Para a execução de alvenaria até há pouco tempo, somente a geometria era fator de estabilidade e resistência do sistema. Com o domínio da técnica de argamassas à base de cimento, a dinâmica e a conseqüente redução da geometria das alvenarias passaram a fazer parte de todos os tipos de projeto de uma edificação.

Todas as obras têm por princípio um projeto, desde aquelas mais elementares às mais complexas. Mesmo nos casos em que o projeto não se apresenta de forma oficializada e registrada (desenhos, cálculos, medidas etc.), ele existe na mente de quem decide fazer a obra ou mesmo na cabeça de quem executa. A diversidade de projetos pode diferir de modo substancial no que diz respeito ao grau de detalhamento e planejamento das atividades a serem executadas, técnicas e materiais, variando ainda a capacidade de absorver tensões, deformações e garantia de desempenho.

A tecnologia das estruturas de concreto

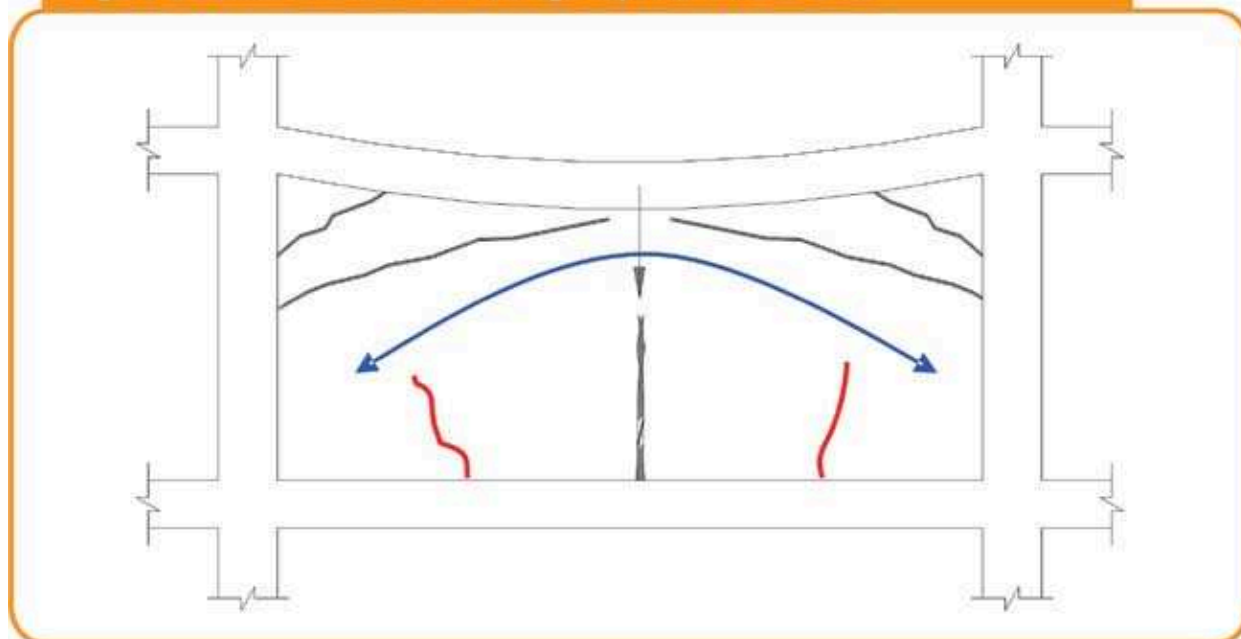
Figura 1 – Exemplo de processo fissuratório em alvenaria



armado também trouxe profundas alterações no comportamento das alvenarias, que deixaram de lado sua função principal de estruturar as edificações e passaram a ser adotadas como elementos de vedação. No entanto, com a velocidade de execução das obras, o aumento dos vãos e a redução da rigidez, rupturas e infiltrações começaram a ser significativas, trazendo altos custos e, principalmente, o descrédito para as construtoras que não conseguem mais edificar sem o processo fissuratório (Figuras 1 e 2), seja uma simples residência térrea seja um edifício de múltiplos andares. Nos últimos anos, a necessidade de um maior número de vagas de garagem, de alta produtividade e custos cada vez mais baixos obrigaram os edifícios a ter características específicas, como balanços e grandes alturas.

Além disso, até recentemente, as construtoras utilizavam o cimento CPII E como seu aglomerante padrão, fato que foi alterado com a utilização do cimento CPIII em larga escala. O primeiro tem seu teor de escória de alto forno variando entre 6% e 34%, segundo a NBR

Figura 2 – Deformação vertical da viga superior – efeito arco



11578 – Cimento Portland Composto. No segundo, a quantidade de escória é maior, variando aproximadamente entre 35% e 70%, segundo a NBR 5735 – Cimento Portland de Alto Forno. A substituição foi feita de forma abrupta e muitos engenheiros de obra ainda não conseguiram adaptar-se a esta nova realidade.

Esses fatos contribuíram sensivelmente para dificultar o desempenho das alvenarias e suas ligações com as estruturas reticuladas.

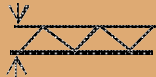
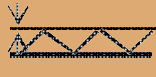

Os problemas em alvenarias vêm sendo motivo de discussões em diversos centros de pesquisas e construtoras pelo Brasil. O nível de desconhecimento das particularidades desse sistema acarreta diversos tipos de erros e patologias. Os diversos setores da construção civil têm se organizado para minimizar esse efeito, buscando as causas, origens e as diversas formas de resolvê-los.

Sabe-se que as alvenarias apresentam um desempenho satisfatório quando submetidas à compressão e uma baixa resistência à tração. Em função da necessidade de melhoria na absorção de tensões de tração e cisalhamento, a que atualmente estão submetidas, a utilização de treliça plana na execução de alvenaria vem se tornando uma tecnologia de grande valia, objetivando proporcionar um melhor desempenho estrutural do sistema quando submetidas a tais esforços.

A tecnologia proposta visa o emprego da treliça plana entre camadas de blocos, aplicando esse produto para combater as tensões de tração e cisalhamento.

A utilização da treliça plana nas alvenarias de vedação, além combater o processo fissuratório, proporciona uma maior produtivi-

Tabela 1 – Características dimensionais

Tipo	 (mm)	 (mm)	 (mm)	Seção transversal das barras longitudinais (mm ²)	Comprimento longitudinal (m)
RND.4/Z	50 115 175	4	3,75	25	3,05

Nota: a armadura é recoberta por uma capa de zinco.

dade e racionalização da alvenaria, por possibilitar a eliminação de vergas e contra-vergas e a minimização de uso de outros elementos enrijecedores, como cintas e pilaretes. Em alguns casos, dependendo do projeto realizado e do dimensionamento, é possível até mesmo eliminar todos os elementos enrijecedores das alvenarias de vedação de uma edificação.

Tipos e características dimensionais das treliças planas disponíveis no mercado brasileiro

A treliça plana possui barras longitudinais e diagonais com seção circular e recobertas por uma capa de zinco, para utilização em al-

Figura 3 - Avaliação das alvenarias para projeto

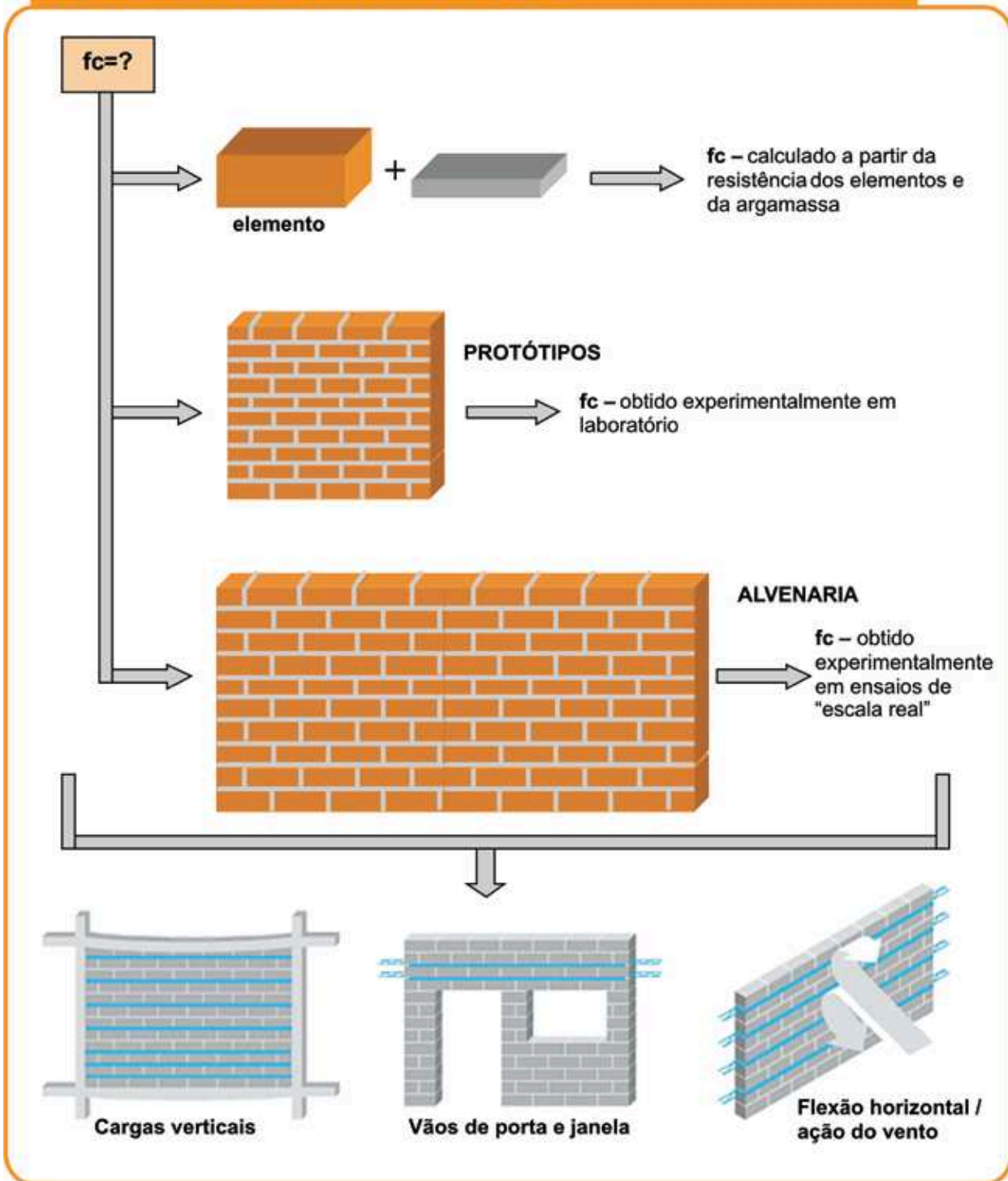
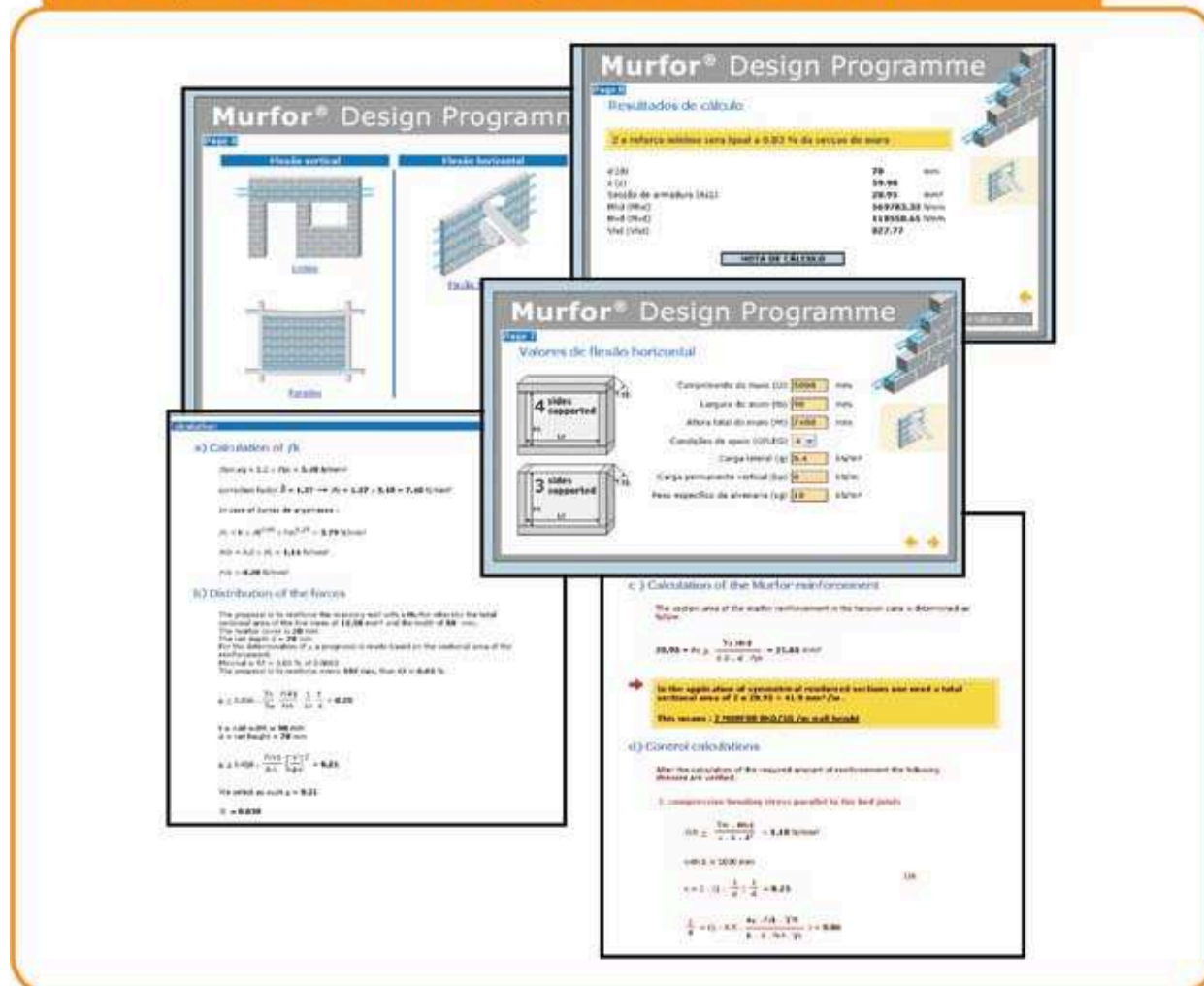


Figura 4 – Exemplo de dimensionamento de alvenarias com utilização de treliças planas de aço – software disponível no site www.bekaert.com



venarias de junta tradicional. As características geométricas das treliças planas são apresentadas na Tabela 1.

Pré-requisitos para elaboração de projeto de alvenaria de vedação

Um bom projeto depende de vários fatores, porém os dados disponíveis para subsidiar as tomadas de decisão para o projeto de alvenaria devem ser levados em conta, sendo levantados principalmente os seguintes requisitos:

- ◆ **Condições climáticas:** são necessárias a coleta de dados de umidade relativa do ar, temperatura e suas variações, ventos predominantes, insolação preferencial, época e período de execução.
- ◆ **Características arquitetônicas:** geometria, abertura de vãos, detalhes, frisos,

elementos decorativos, tipologia, vãos especiais, etc.

- ◆ **Características estruturais:** principalmente a geometria, rigidez, deformação imediata e lenta, juntas estruturais, detalhes construtivos, tipo de material (aço, concreto ou outros), módulo de elasticidade, tempo de desforma, velocidade de execução, sobreposição de etapas, tipologia da estrutura (laje maciça, nervurada, protendida, etc.)
- ◆ **Características dos materiais de vedação:** tipo de bloco, geometria, comportamento, sistema de assentamento, ligação entre camadas (verticais e horizontais).
- ◆ **Procedimento executivo:** nível de qualificação da execução, ferramentas, tipos de fixação, detalhes e velocidade de produção.

Projeto de alvenaria de vedação executado com treliças planas

O projeto de alvenaria de vedação com treliças planas de aço tem a finalidade de identificar as premissas mínimas para a estabilidade das alvenarias, apresentando as especificações de materiais, geometria, reforços, juntas, ligações com a estrutura, enrijecimento etc., bem como as diretrizes para execução e manutenção, específicas por tipo de obra, buscando o desempenho satisfatório do sistema de vedação ao longo do tempo. Com este objetivo deve-se levar em conta os seguintes itens antes de se elaborar um projeto:

- ◆ Condições do contorno para o projeto
- ◆ Tipo de utilização da alvenaria de vedação
- ◆ Especificação de materiais e sistema
- ◆ Controle de produção
- ◆ Controle de manutenção

O projeto de alvenaria difere-se de outros tipos de projeto por apresentar característica particular, na qual alguns parâmetros devem ser verificados no instante da execução da obra, tais como: prumo, nivelamento, propriedades dos materiais constituintes e argamassas, tipo de mão de obra etc. O sistema é composto de todos estes parâmetros, cujo acompanhamento se faz necessário para a elaboração de um projeto definitivo.

O projeto da alvenaria reforçada com tre-

liças planas de aço deve levar em consideração os esforços solicitantes a que esta alvenaria estará submetida, analisando as cargas verticais e de flexão decorrentes da ação do vento, a partir do conhecimento das resistências características dos elementos que compõem o sistema (Figura 3).

A seguir (Figura 4), é mostrado um exemplo de dimensionamento de alvenaria com treliças planas de aço, utilizando-se um programa de cálculo específico (Figura 4) e com base nas diretrizes da norma internacional EC6 – Eurocode 6: Design of masonry structures – part 1-1: common rules for reinforced and unreinforced masonry structures – october 2001.

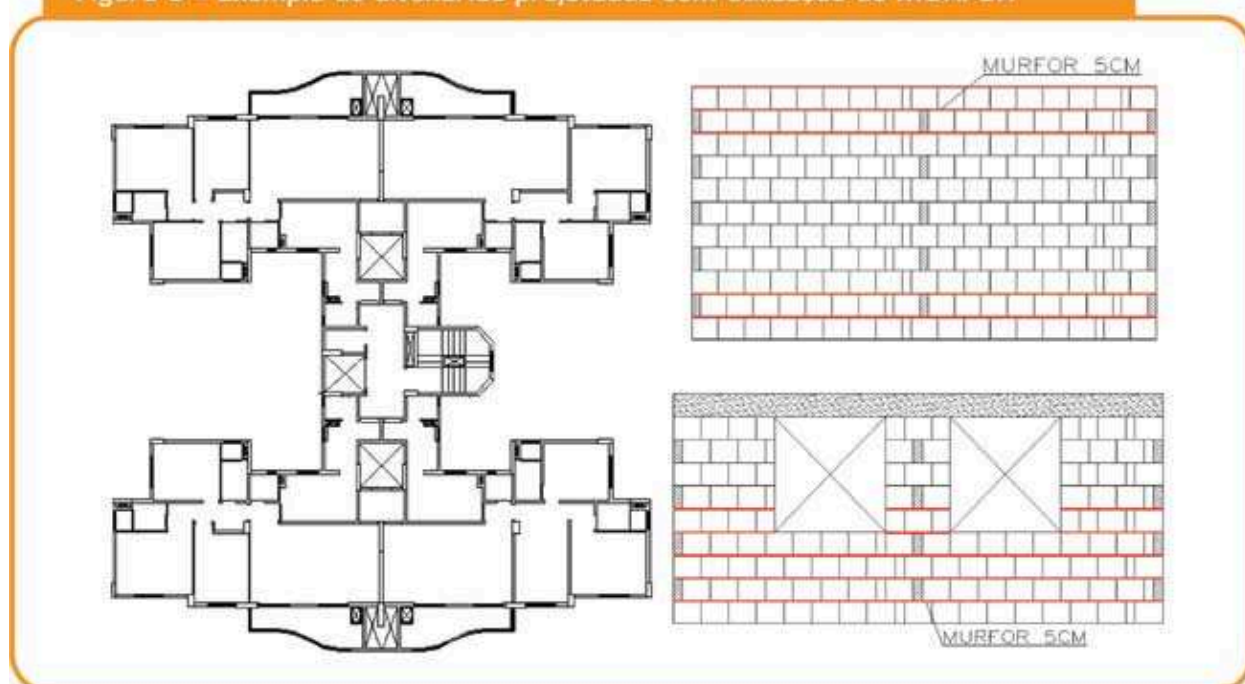
O número de fiadas armadas com treliças planas de aço deverá ser baseado em projeto específico de alvenaria onde será dimensionado de acordo com as características estruturais e arquitetônicas da edificação, além do tipo de material, argamassa e condições de estabilidade da mesma.

Na Figura 5 tem-se um exemplo de projeto realizado, mostrando a distribuição das treliças planas de aço nas fiadas de duas elevações diferentes.

Detalhamento construtivo

Os projetos deverão contemplar processos que visam a qualificação e desempenho

Figura 5 – Exemplo de alvenarias projetadas com utilização de MURFOR



proposto pelo projetista, facilitando as soluções executivas de forma explicativa, sendo as principais citadas a seguir:

- a)** Levantamento das áreas a serem edificadas devidamente identificadas;
- b)** Instruções e geometria para a execução de alvenaria modelo;
- c)** Descrição dos ensaios laboratoriais nos painéis experimentais;
- d)** Relação de especificações para rastrear os testes e a execução;
- e)** Controle do recebimento dos materiais;
- f)** Critérios de aceitação dos materiais;
- g)** Preparo e aplicação dos blocos;
- h)** Posicionamento das juntas de assentamento e das peças de treliças planas de aço;
- i)** Critérios de controle (prumo, nível, alinhamento);
- j)** Procedimento de execução;
 - Limpeza da estrutura
 - Preparo da superfície
 - Colocação das barras de ligações
 - Espessuras das argamassas
 - Assentamento dos blocos
 - Instalação das peças de treliças planas de aço
 - Acabamento final.
- k)** Elevação das alvenarias sob as estruturas de contorno;
- l)** Posicionamento de detalhes construtivos tais como ligações com a estrutura, espessura das argamassas, colocação ou não de juntas verticais, armaduras, enrijecedores, limitações de juntas, espessura dos blocos;

- m)** Indicação do reforço com treliças planas de aço nas fiadas;
- n)** Instruções e limitações da execução;
- o)** Especificação de todos os materiais contribuintes;
- p)** Limitações e prazos para revestimentos e acabamentos;
- q)** Indicação e tipologia do controle de execução.

Diretrizes de execução

A elaboração do procedimento executivo de alvenaria armada deve englobar o acompanhamento da produção e o controle dos materiais, devendo-se treinar todas as equipes da produção (engenheiros, encarregados, empreiteiros, pedreiros, etc.), conhecendo-se todas as premissas detalhadas no procedimento executivo.

Para o modelo de utilização de treliças planas de aço, deverão ser seguidas as seguintes orientações básicas:

Utilização das treliças planas de aço

A utilização de alvenaria armada é indicada como solução em qualquer uma das seguintes situações:

- ◆ Recalques de base
- ◆ Fissuras

Figura 6 – Etapas do processo construtivo



1ª Etapa: Aplicação da argamassa de assentamento na primeira fiada



2ª Etapa: Colocação da treliça plana – MURFOR – sobre a argamassa de assentamento



3ª Etapa: Assentamento das próximas fiadas de blocos

- ◆ Concentrações de tensões ao redor de vãos livres de portas e janelas
- ◆ Cargas pontuais
- ◆ Deformações estruturais
- ◆ Cargas externas

Para todas as recomendações de uso dos reforços de treliças planas de aço é indispensável a utilização de argamassa na vertical para assentamento dos blocos.

Ligações entre alvenaria/estrutura sem fissuras – telas de aço galvanizadas eletrosoldadas

O termo “ligações” das alvenarias é conhecido na engenharia como todas as soluções adotadas para unir ou desunir as alvenarias no contato com a estrutura suporte.

Para definição do modelo de ligação, torna-se necessário o conhecimento dos mecanismos de fixação e suas capacidades de desempenho.

Existem diversos dispositivos para realização da ligação alvenaria/estrutura, sistemas rígidos ou semi-rígidos, com desempenhos diferentes. Diversas pesquisas já realizadas comprovam uma maior eficiência da tela soldada em relação a outros modelos de ligação quando avaliadas as resistências ao arrancamento e ao cisalhamento.

No entanto, a escolha do sistema está diretamente relacionada ao tipo e vão da estrutura a ser fechada e da geometria da alvenaria de vedação, que deve ser definida em projeto específico de alvenaria, de acordo com as necessidades da obra.

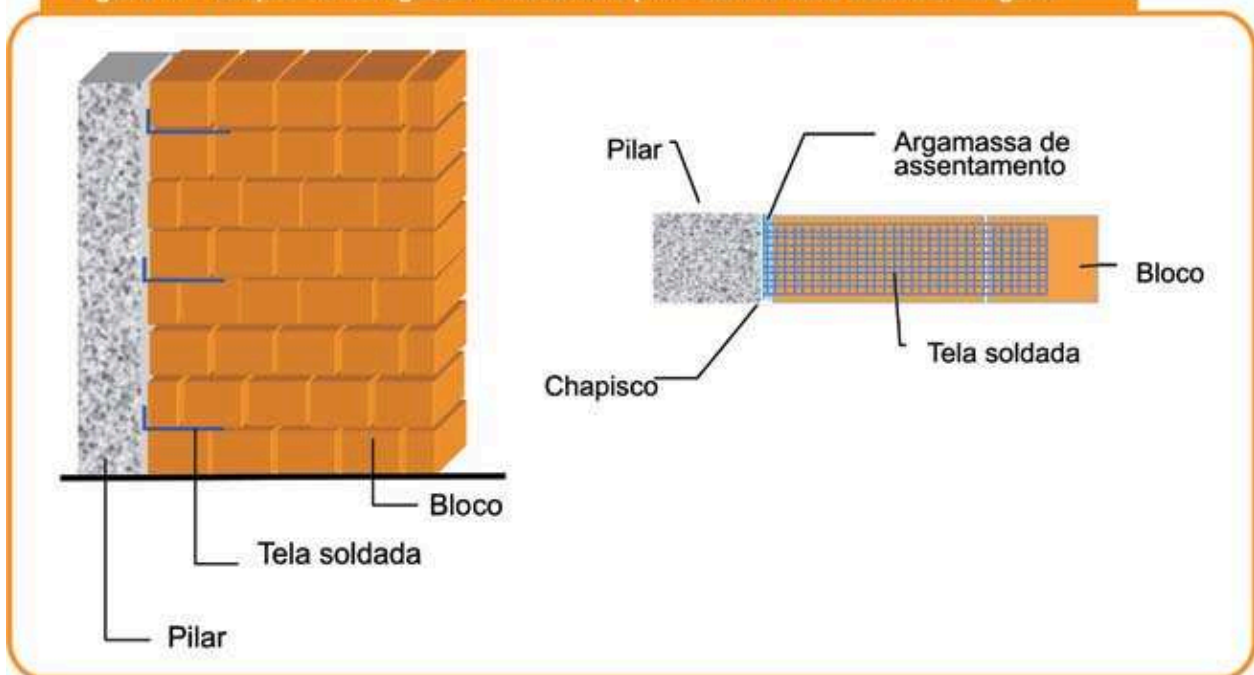
A utilização de telas soldadas como componente de ligação nas interfaces entre alvenaria e pilar associado ou não ao sistema de treliças planas de aço possibilita evitar o surgimento de fissuras indesejáveis nessas regiões. Também podem ser utilizadas para amarração entre alvenarias, dispensando a tradicional amarração entre blocos, aumentando a produtividade e racionalizando o serviço (Figura 7).

Essas telas soldadas são produzidas com fio de 1,65mm de diâmetro e malha de 15x15mm, galvanizadas, o que proporciona maior proteção contra corrosão.

As dimensões da tela devem ser definidas de acordo com a espessura da alvenaria (largura dos blocos) e devem ficar embutidas na junta vertical de argamassa entre parede e pilar, com a tela dobrada para cima. Essas telas são entregues em comprimento de 50cm e com 6,0; 7,5; 10,5 e 12 cm de largura.

A execução da fixação é muito importante para o sucesso do sistema de fixação lateral, uma vez que o erro na fixação pode levar ao comprometimento da deformação levando à ocorrência de fissuras.

Figura 7 – Esquema da ligação alvenaria x pilar com a tela soldada Belgofix



Reforço de revestimentos de argamassa com telas eletrosoldadas galvanizadas semi-rígidas

As telas eletrosoldadas galvanizadas semi-rígidas são recomendadas para aplicação nas regiões de estrutura e de interface da estrutura com a alvenaria, contribuindo para a absorção das tensões provenientes da dilatação e retração do revestimento de argamassa, evitando a fissuração, garantindo melhor aderência ao chapisco e contribuindo para minimizar os efeitos de cisalhamento nos revestimentos.

A utilização de telas eletrosoldadas galvanizadas semi-rígidas proporciona a distribuição de tensões ao longo do revestimento e melhora o comportamento do revestimento quanto a deformações térmicas, possibilitando a prevenção do aparecimento de fissuras indesejáveis.

Além de regiões de estrutura e interface alvenaria/estrutura, as telas eletrosoldadas tam-

bém são indicadas para aplicação em revestimentos com superfícies curvas e, principalmente, para reforço da argamassa de regularização com espessura superior a 6cm.

Essas telas são fabricadas em malha de 25 x 25 mm, fios de $\varnothing = 1,24\text{mm}$ em rolos de 50 cm de largura.

Conclusão

Sabe-se que as técnicas construtivas utilizadas atualmente são muito antigas. Porém, qualquer esforço técnico em prol da melhoria da qualidade da construção civil conduz a resultados que vão, certamente, refletir no bem-estar dos usuários das edificações, além de proporcionar melhor desempenho executivo para as construtoras. ♦

Figura 8 – Esquema de utilização de telas eletrosoldadas Belgorevest semi-rígidas

