

ANÁLISE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DO CEARÁ.

Davi RAMALHO(1); Alexandre BERTINI (2); Rérisson MÁXIMO(3); Márcio MONTEIRO(4); Osvaldo CAVALCANTI (5)

(1) Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia – Bloco 710 - Sala 8 – Campus do Pici – Fortaleza - Ceará, Fone: 33669607 ramal 27, e-mail: daviramalho@gmail.com

(2) Universidade Federal do Ceará: alexandre.bertini@gmail.com

(3) Universidade Federal do Ceará: rerisson@gmail.com

(4) Universidade Federal do Ceará, e-mail: marcioccap@gmail.com

(5) Universidade Federal do Ceará: osvaldoeng@yahoo.com

RESUMO

Os sistemas construtivos de alvenaria estrutural de blocos de concreto, alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e de tijolo cerâmico de vedação são os mais utilizados para a construção de habitações de interesse social no Ceará. O aperfeiçoamento destes sistemas representa uma contribuição na elaboração de sistemas construtivos de qualidade e mais acessíveis à população. Os sistemas em estudo apresentam graus diferentes de desenvolvimento tecnológico, sendo que, enquanto os de caráter estrutural detêm técnicas racionalizadas de execução, o de vedação ainda encontra-se na fase de transição de tradicional para racionalizado. O estudo proposto neste projeto pode contribuir também para fornecer subsídios de melhoria da qualidade construtiva e do aspecto de economia nas obras. Neste sentido, o trabalho tem por objetivo analisar os sistemas construtivos citados, buscando caracterizar suas melhores práticas de projeto e execução, sem deixar de avaliar os materiais constituintes e as patologias presentes nas construções, a fim de reaplicá-los em habitações de interesse social. Para tanto, a pesquisa tem como atividades principais a revisão bibliográfica, a fundamentação teórica e a realização de trabalhos de campo. Ao final do trabalho, pretende-se estabelecer diretrizes para construção de habitações nos sistemas citados e publicar artigos científicos e relatórios técnicos sobre os processos investigados.

Palavras-chave: Alvenaria ; Bloco Cerâmico; Bloco de concreto; Habitação Social.

1. INTRODUÇÃO

O déficit habitacional brasileiro vem se ampliando ano após ano e, apesar dos esforços empreendidos por governos e organizações não-governamentais para atender ao crescente número de famílias que não possuem casa própria, o número de pessoas, principalmente das camadas mais pobres da população, que acabam por só conseguir moradia construída de forma muito precária, desprovida de serviços básicos e situada em áreas consideradas de risco, vem aumentando drasticamente. A partir deste quadro é que se faz necessária, entre outras ações importantes, uma caracterização dos sistemas construtivos para habitação de interesse social que sirva como base para o seu aperfeiçoamento e, a partir deste, a possibilidade de se construir moradias mais econômicas e racionais para a população de menor renda. O presente trabalho visa analisar os sistemas construtivos de alvenaria estrutural de blocos de concreto, alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e de tijolo cerâmico de vedação a fim de se obter informações sobre as melhores técnicas de produção dos elementos construtivos que os constituem, sobre as mais racionalizadas diretrizes de projeto e execução e a respeito das possíveis patologias, de suas causas e características, que possam vir a ocorrer em edificações construídas com tais sistemas. Os sistemas construtivos citados são os mais utilizados no estado do Ceará para a construção de habitações de interesse social. Neste trabalho são expostas suas particularidades e a relação de conectividade que eles guardam com os demais subsistemas da construção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão bibliográfica e a fundamentação teórica deste trabalho estão divididas em três partes na quais são caracterizados para análise os sistemas construtivos de alvenaria estrutural de blocos de concreto, alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e de tijolo cerâmico de vedação, respectivamente.

2.1 A Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto.

“A alvenaria estrutural é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos portantes compostos por unidades de alvenaria, unidos por juntas de argamassa capazes de resistirem a outras cargas além de seu peso próprio. Essas paredes são dimensionadas por meio de cálculos racionais, diferindo-se, assim, da alvenaria resistente que é calculada empiricamente. (PRUDÊNCIO JR., 2002)”

O conceito acima de alvenaria estrutural é apresentado no livro “Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto” produzido pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) do estado de Santa Catarina. O livro, em seu primeiro capítulo, faz um estudo das características dos três componentes da alvenaria estrutural: O bloco, a argamassa de assentamento e o graute. Além disso, a publicação apresenta as noções básicas para o projeto e a execução de alvenarias de bloco de concreto.

A presente análise enfoca as características dos materiais que compõe o sistema e as particularidades do projeto e da execução da obra, além das principais patologias a que pode estar sujeita, pela prática de vícios construtivos ou pela ação de intempéries, a alvenaria de blocos de concreto.

2.1.1 Os materiais constituintes da Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto

O bloco de concreto, a argamassa de assentamento e o graute são os elementos constituintes da alvenaria estrutural de blocos de concreto. Sobre os blocos e suas características a Associação Brasileira de cimento Portland (ABCP) traz o seguinte texto na publicação Práticas Recomendadas 1:

“As paredes de blocos de concreto são montadas a partir das unidades de alvenaria - os blocos. Portanto, é imprescindível que eles obedeçam às características estabelecidas para que se obtenha o máximo de vantagens oferecidas pelo sistema. Para a definição do tipo de bloco é importante escolher aquele que atenderá melhor ao sistema. Quem define o tipo, ou a família, é o arquiteto. Caberá ao engenheiro de estruturas informar a classe de resistência que será adotada. Uma das características importantes, é que o bloco dever ser vazado, ou seja, sem fundo, aproveitando-se os furos para a passagem das instalações e para a aplicação do graute (concreto de alta plasticidade). Não tendo fundo, há também uma grande economia de argamassa de assentamento. As dimensões padronizadas dos blocos admitem tolerâncias de + 2 mm para a largura e + 3 mm para a altura e comprimento. (ABCP, Práticas Recomendadas 1).

As argamassas de cimento e cal são as que melhor se adaptam à produção de alvenarias de blocos de concreto, pois unem as características de trabalhabilidade presentes na cal, às de resistência provenientes do cimento. Elas devem ter as seguintes propriedades: Boa plasticidade, boa retenção de água, resistência

mecânica adequada, baixo módulo de deformação e aderência. Também não devem segregar, nem perder água quando em contato com superfície que apresenta sucção elevada.

O graute, segundo o American Concrete Institute, é uma mistura de materiais cimentícios e água, com ou sem agregados, em proporção tal que se obtenha uma consistência líquida sem segregação de seus constituintes. Segundo o Manual de Práticas Recomendadas de Alvenaria Estrutural, devem ser propriedades do graute: Consistência: Apresentar coesão e fluidez; Retração: Não ocorrer separação entre o graute e os vazados do bloco; Resistência à compressão: A NBR-8798:85 estabelece valor ≥ 14 MPa ou valor expresso no projeto da obra.

2.1.2 O Projeto e a Execução da Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto

A coordenação modular é ferramenta fundamental para a elaboração de projetos para alvenaria estrutural de blocos de concreto. Algumas publicações fornecem informações práticas a respeito do projeto em alvenaria estrutural modulada. Abaixo são transcritas algumas destas informações que serão utilizadas para analisar as principais etapas da fase projetual da alvenaria de blocos de concreto.

“Modular a alvenaria é projetar utilizando-se de uma unidade modular que é definida pelas medidas dos blocos, comprimento e espessura (PRATES, Cláudia. Revista PRISMA, Edição 2, Março de 2002). Portanto, a primeira decisão importante será qual a família de blocos a ser utilizada no empreendimento pois esta definirá a unidade modular a ser lançada em planta. As famílias de blocos mais utilizadas são a família 29 e a família 39”

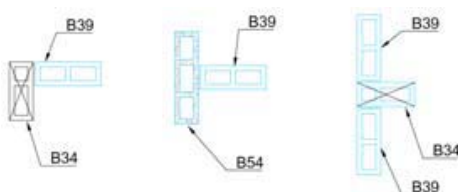


Figura 1 - Encontros da família 39 (espessura de 14 cm)

Fonte: Prática Recomendada 2 – ABCP

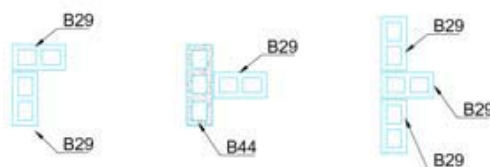


Figura 2 - Encontros da família 29 (espessura de 14 cm)

Fonte: Prática Recomendada 2 – ABCP

Em se tratando de projetos em alvenaria estrutural de Blocos de Concreto, um item fundamental é o da coordenação de projetos, como mostra os texto abaixo:

“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.” (Manual de Tecnologia BRIKA)

Para a execução de obras em alvenaria estrutural de blocos de concreto um item fundamental é o seu prévio planejamento, de modo a se garantir que o prazo estipulado e os custos previstos sejam cumpridos e que a qualidade da construção seja satisfatória.

2.1.3 Patologias da Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto

O Caderno Técnico N° 5 da revista Prisma traz as principais patologias presentes na alvenaria estrutural de blocos de concreto. A publicação relaciona as patologias a “uma ou mais características de qualidade eventualmente não atendidas”. Também afirma que as anomalias “são geralmente decorrentes de deficiências

de projeto, especificação de material, execução, utilização ou da forma de manutenção do edifício.” Segue uma série de informações colhidas deste trabalho.

Fissuras

A identificação das fissuras e de suas causas é de importância fundamental para a recomendação do diagnóstico adequado para a recuperação das alvenarias. Este tipo de patologia é o de maior ocorrência em alvenarias estruturais de blocos de concreto. Suas origens são diversas e podem estar relacionadas com recalques de fundação, subdimensionamento de elementos da alvenaria e inúmeros outros fatores que exigem, quando da identificação de uma fissura, uma análise do motivo do seu surgimento para, a partir daí se traçarem medidas corretivas.

Eflorescências

A eflorescência é decorrente de depósitos salinos, principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis nos materiais e componentes da alvenaria. Elas podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos.

Infiltrações de água

Entre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações encontram-se mancha de umidade, corrosão, bolor, fungos, algas, líquens, eflorescências, descolamentos de revestimentos, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos. Há uma série de mecanismos que podem gerar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes a absorção capilar de água, a absorção de água de infiltração ou de fluxo superficial de água, absorção higroscópica de água, a absorção de água por condensação capilar e a absorção de água por condensação.

2.2 A Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos

Segundo Brandão (2002), a alvenaria é o “elemento construtivo obtido da união de pedras, naturais ou artificiais, ligadas entre si com juntas de argamassa”. Para o autor, alvenaria estrutural “É um sistema construtivo, predominantemente laminar, onde a alvenaria é dimensionada por procedimentos racionais de cálculo para suportar as cargas atuantes além do seu peso próprio” (Brandão, 2002, p.3), ou seja, além de desempenhar o papel de vedação, também desempenha uma função estrutural.

Devido à peculiaridade de as alvenarias estruturais não servirem apenas para vedação, mas também para resistir aos esforços verticais (como peso próprio e cargas acidentais) e horizontais (como aquelas providas da ação do vento) Duarte (1999) apresenta alguns aspectos fundamentais que o projeto desse tipo de alvenaria deve se atentar, dentre os quais se destacam a necessidade de alinhamento vertical das paredes portantes, a necessidade de compatibilização de todos os projetos (estrutural, arquitetônico, hidro-sanitários e elétricos), a necessidade de previsão de juntas para permitir as naturais movimentações causadas por mudanças de temperatura e umidade e a necessidade de escolha adequada de blocos e argamassas, garantindo a segurança estrutural do prédio.

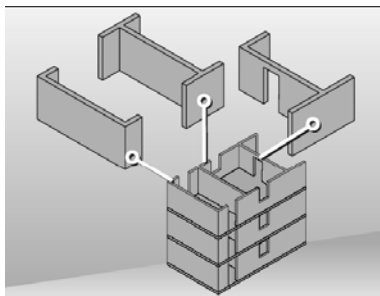


Figura 3. Tipos de arranjos de paredes.

Fonte: Richter, 2007 apud Roman.

2.2.1 Os materiais constituintes da Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos.

Os blocos cerâmicos estruturais podem ser de três tipos.

a) Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas: Componente da alvenaria estrutural com paredes vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida, conforme representado esquematicamente na Figura 4.

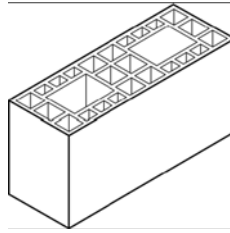


Figura 4: Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas.

Fonte: NBR 15270.

b) Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças: Componente da alvenaria estrutural cujas paredes externas são maciças e as internas podem ser paredes maciças ou vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida, conforme representado esquematicamente na Figura 5.

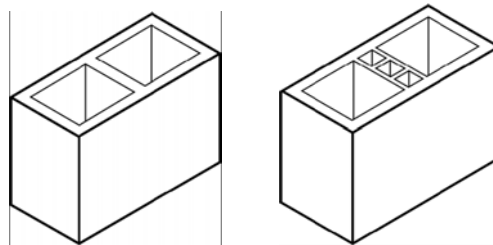


Figura 5: Bloco cerâmico estrutural de paredes maciças.

Fonte: NBR 15270.

c) Bloco cerâmico estrutural perfurado: Componente da alvenaria estrutural cujos vazados são distribuídos em toda a sua face de assentamento, empregado na alvenaria estrutural não armada, conforme representado esquematicamente na Figura 6.

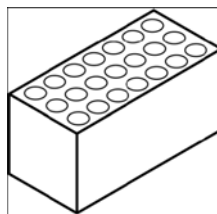


Figura 6: Bloco cerâmico estrutural perfurado.

Fonte: NBR 15270.

De maneira muito sintética Brandão (2002) define a argamassa como “lâmina ou cordão de argamassa endurecida, intercalado e aderente às unidades de alvenaria que garante monoliticidade da alvenaria. Tem a função principal de unir blocos ou tijolos, formando assim alvenaria. (...) devem ter espessura de 1,0 cm.”

Mas Richter (2007) se aprofunda: “Estruturalmente, a principal função da argamassa é a transferência uniforme das tensões entre os tijolos e os blocos, compensando as irregularidades e as variações dimensionais dos mesmos. Além disto, deve unir solidariamente as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistirem aos esforços laterais.”, e acrescenta que “para as argamassas o importante é que sejam aptas a transferir as tensões de maneira uniforme entre os blocos.”. Segundo o autor, graças à capacidade de sucção das unidades de alvenaria acontece uma integração com a argamassa, o que possibilita a solidarização necessária para o adequado funcionamento estrutural da parede.

Segundo a Norma 8798, de 1985, que trata da execução e do controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, o graute se define como elemento para preenchimento dos vazios dos blocos e canaletas para solidarização da armadura a estes elementos e aumento de capacidade portante. É composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura (ABNT,1985). Brandão(2002, p.11) lembra que “A armadura de aço, devidamente envolvida no graute, pode ser considerada um componente do sistema estrutural, sendo fundamental na alvenaria estrutural armada.”.

2.2.2 O Projeto e a Execução da Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto

Para que o Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural atinja todas as suas potencialidades de uso, é necessário que alguns princípios estejam presentes desde o início do desenvolvimento do projeto, ainda na sua concepção. O vínculo entre projetos arquitetônicos, estruturais e complementares é fundamental afim de que a racionalidade possível com o uso desse sistema seja efetiva.

A coordenação modular é característica fundamental do projeto que utiliza o sistema de alvenaria estrutural de elementos cerâmicos. Brandão (2002) salienta que este aspecto, partindo do projeto arquitetônico até a execução da edificação, deve estar sempre presente. No projeto deve-se atentar para o correto dimensionamento de vãos e posicionamento de esquadrias, já no canteiro deve se verificar se o dimensionamento da família de blocos se encontra de acordo com aquele especificado em projeto.

No que se refere à construção de alvenarias estruturais de elementos cerâmicos, Sabbatini (2003) propõe algumas exigências mínimas para aspectos considerados essenciais para o correto desempenho da alvenaria como estrutura. Como as lajes se solidarizam com a alvenaria para realizar o desempenho estrutural, o autor também faz observações sobre a execução da mesma, acrescentando ainda informações sobre o embutimento de instalações e o corte e seccionamento das paredes de alvenaria, dados que também se relacionam diretamente com o adequado funcionamento estrutural do processo construtivo.

“O assentamento da alvenaria deverá ser feito com base em um projeto de produção que especifique com precisão a posição dos blocos, as técnicas de união entre as paredes, a defasagem entre fiadas, os detalhes construtivos, posição e características dos vãos” (SABBATINI, 2003, p.20) Sendo fundamental que a obra só seja iniciada se o projeto de produção das paredes estiver pronto e aprovado;

2.2.3 Patologias da Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos.

É importante salientar que uma das causas do surgimento de patologias no uso de alvenaria estrutural atualmente é a redução das espessuras dos elementos, o que os tornou mais susceptíveis às variações de temperatura e umidade. (THOMAZ, 2000) No passado, a grande dimensão dos panos de alvenaria estrutural, que eram dimensionados empiricamente (RICHTER, 2007) fazia com que essas solicitações fossem inderteminantes na manifestação de patologias.O autor ainda classifica as patologias quanto ao nível de comprometimento das manifestações, que podem ser altas, quando possuem problemas estruturais, médias, quando ocorre infiltração, ou baixas, quando são problemas estéticos que apenas se manifestam superficialmente. (RICHTER, 2006) Além disso, o autor classifica as patologias quanto a sua origem, que podem ser classificadas em projeto, execução, material e uso.



Figura 7. Fissuras mapeadas causadas por retração de argamassas de revestimento.

Fonte: Richter, 2007.

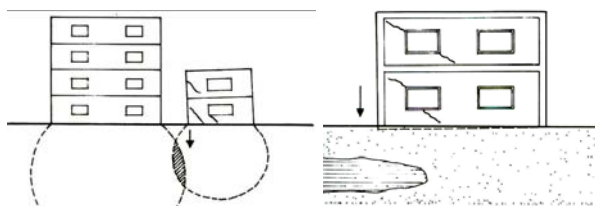


Figura 8. Fissuras por recalque das fundações.

Fonte: Richter, 2007.

Em seu artigo observou que as principais patologias encontradas, no caso do Rio Grande do Sul, foram as fissuras mapeadas em revestimento externo, infiltrações nas paredes internas, irregularidade nas paredes quanto a sua planicidade e fissuras horizontais nos últimos pavimentos. (RICHTER, 2006)

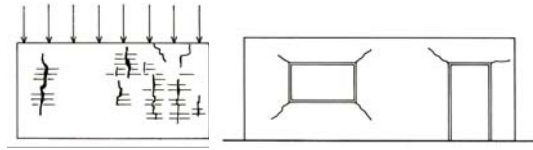


Figura 9. Fissuras causadas por excesso de carregamento nas alvenarias.

Fonte: Richter, 2007.

Em seu diagnóstico para o caso dos empreendimentos habitacionais construídos em alvenaria estrutural, fossem elas executadas em blocos cerâmicos ou de concreto, Richter (2006) observou que 72% das patologias eram provenientes da execução, enquanto 28% foram originadas ainda na fase de projetual.

2.3 A Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos

Alvenaria de vedação: “São elementos que se apóiam sobre vigas, lajes ou outros componentes estruturais, interligados com pilares ou paredes, com função de vedação, isto é, sem função estrutural. Além da vedação também é utilizada para embutir tubulações de água e hidro-sanitárias.” (Brandão, 2002, p.2)

A alvenaria de vedação em blocos cerâmicos é, sem dúvida, o tipo de alvenaria mais utilizado para a construção de habitações de interesse social no estado do Ceará. Em diversas visitas realizadas pelo projeto MEHIS, a diferentes cidades do estado (Fortaleza, Sobral, Juazeiro do Norte e Russas), as edificações construídas pelo poder público para a população de baixa renda tem como subsistema para vedação a alvenaria de tijolos cerâmicos de furação horizontal sem função estrutural. Também nas visitas a obras do PAR (Programa de Arrendamento Residencial) da Caixa Econômica Federal em Fortaleza e em Maracanaú, constatou-se que as construções de até dois pavimentos utilizam este sistema para a execução das alvenarias. Durante as visitas, porém, notou-se uma diferença no modo de como este tipo de alvenaria é executado. Verificou-se que a maioria das obras utiliza o modo de execução tradicional, enquanto um pequeno número de construtoras faz uso do que se convencionou chamar alvenaria racionalizada.

2.3.1 Os materiais constituintes da Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos

Os materiais que compõe a alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos são o tijolo e a argamassa de assentamento. Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) o bloco cerâmico para vedação é o componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm. Define que o bloco cerâmico para vedação é produzido para ser usado especificamente com furos na horizontal, como representado esquematicamente na Figura 11. Também pode ser produzido para utilização com furos na vertical, como representado esquematicamente também na Figura 3. Por fim especifica que esses blocos “constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte.”

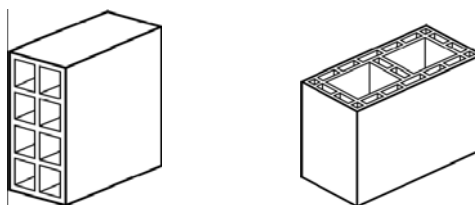


Figura 10 - Tipos de blocos cerâmicos para vedação, segundo a norma NBR 15270.

Fonte: NBR 15270.

Semelhante ao que ocorre para as alvenarias estruturais, as argamassas de cimento e cal, por suas já citadas características, são as que melhor se adaptam à produção de alvenarias de vedação. Porém o uso de argamassas com a presença da cal tem sido objeto de questionamento por parte dos construtores, sob a alegativa de que a cal disponibilizada pelos depósitos de materiais de construção não tem a qualidade necessária para uma boa argamassa e pode gerar patologias nas paredes, posteriormente. Esta crítica à cal é

rebatida pelos adeptos de seu uso com o argumento de que o produto hoje oferecido pelos produtores de cal para argamassas é controlado e tem a qualidade garantida por processos industriais modernos de fabricação.

2.3.2 O Projeto e a Execução da Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos

Sousa(2000) lembra da importância do projeto para a execução de qualquer construção, sendo este fundamental na determinação da qualidade final do objeto construído. Identifica então os principais materiais e aqueles complementares na constituição das paredes de alvenaria cerâmica, seguindo então pela análise de conformação e comportamento desses múltiplos constituintes quando trabalhando em conjunto.

Uma boa preparação para a execução das alvenarias de vedação em blocos cerâmicos, feita através de um planejamento prévio das ações de execução, é fundamental para que se reduzam os desperdícios tão comuns nos canteiros de obras que utilizam este subsistema construtivo. O planejamento passa pela análise do projeto de alvenaria e do canteiro de obras, pela locação das equipes e a forma como vão ser disponibilizados para as mesmas os materiais, ferramentas e equipamentos de execução dos serviços.

O Manual de Alvenaria de Tijolo da APICER (Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica), no capítulo intitulado “Execução das Alvenarias de Tijolo” enumera vários aspectos a considerar no planejamento da execução das alvenarias:

- Quantificação global dos trabalhos;
- Programação da sequência e duração das diversas tarefas(cronograma);
- Avaliação dos meios necessários (mão-de-obra, materiais, acessórios especiais e equipamentos);
- Avaliação das exigências logísticas (aquisição de materiais, armazenamento, transporte e elevação, manutenção de equipamentos, etc.);
- Definição de equipes de trabalho e sua qualificação;
- Definição dos instrumentos de previsão e controle de custos;
- Definição dos instrumentos de controle de qualidade.

Os aspectos acima, unidos à experiência de bons profissionais técnicos atuantes na obra garantirá uma boa execução das alvenarias e uma redução máxima de desperdícios.

2.1.3 Patologias da Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos

As patologias mais consideráveis que ocorrem em alvenarias de vedação em tijolos cerâmicos não-estruturais são as relacionadas a fenômenos de fissuração e à ação de umidade.

Fissuras

As fissuras em alvenarias de vedação podem ocorrer por diferentes causas. Entre elas destacam-se as Fissuras por concentração de esforços e aplicação de cargas localizadas. Este tipo de patologia é a que ocorre, por exemplo, nas vergas de portas subdimensionadas ou executadas de forma errônea. Isto gera a fissura a 45° nas extremidades do vão. Este caso e outros ocasionados por concentração de esforços ou aplicação de cargas localizadas são ilustrados também no Manual de Alvenaria de Tijolo da APICER e expostos abaixo.

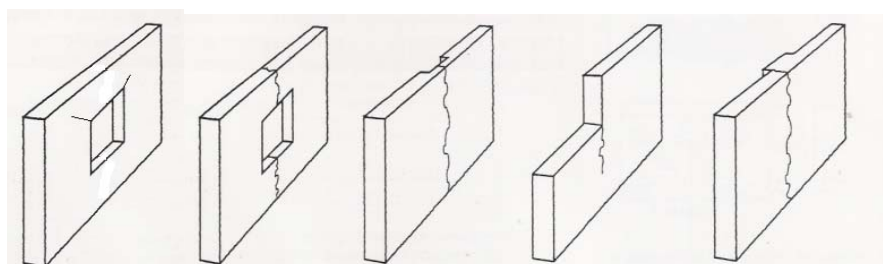


Figura 11 – Diferentes exemplos de fissuras por aplicação de cargas localizadas.

Fonte: Manual de Alvenaria de Tijolo - APICER

Umidade

Sempre que se constroem alvenarias de tijolo para vedação em contato com as fundações, que por sua vez, estão ligadas ao solo, é necessário que se execute a impermeabilização na base das paredes a fim de que seja evitado o aparecimento de umidade ascensional. A figura abaixo ilustra bem esta necessidade construtiva. Pode-se observar uma fundação na qual, para o assentamento posterior da alvenaria, foi aplicada impermeabilização com um tipo de capeamento asfáltico, que tem o papel de impedir a ascensão da umidade.

Estem outros tipos de patologias por umidade, porém este é um exemplo clássico e ilustra a análise feita das patologias para este sistema construtivo.



Figura 12 – Impermeabilização com o fim de prevenir patologias por umidade ascensional em alvenarias. Fonte: Manual Técnico de Impermeabilização - VEDACIT

3. METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento do presente trabalho consiste nas seguintes etapas:

I- Fundamentação Teórica: Etapa pela qual, através da literatura existente sobre o tema em estudo, pretende-se relacionar e analisar as principais e mais adequadas técnicas para o projeto e a execução de bem de edificações nos sistemas em estudo, bem como estudar os materiais que os constituem e as possíveis patologias que possam ocorrer nas construções.

II- Trabalhos de Campo: Para que seja efetuada, com a prática da obra, a apropriação da correta das particularidades dos sistemas em estudo, permitindo assim uma análise real de suas características e potencialidades;

III- Disseminação dos Conhecimentos Obtidos: A partir da publicação de artigos científicos, relatórios técnicos e manual de procedimentos sobre os sistemas construtivos investigados e participação em eventos científicos, visando fornecer subsídios para a melhoria construtiva, espacial e econômica de habitações de interesse social no estado do Ceará.

4. RESULTADOS

Ainda que não seja possível apresentar todos os resultados da análise feita por esta pesquisa, pôde-se, a partir das atividades já executadas, chegar a algumas constatações no que se refere aos sistemas construtivos em estudo.

A análise dos três principais sistemas construtivos observados no Estado do Ceará através das visitas em campo, particularmente no caso do município de Fortaleza, amparada pela pesquisa bibliográfica nos leva a algumas constatações:

- Os três sistemas construtivos apresentam problemas e potencialidades que, se devidamente trabalhados, podem trazer um grande desenvolvimento na produção habitacional de interesse social no Estado do Ceará;
- Dentre as vantagens apresentadas pelos sistemas construtivos em alvenaria cerâmica, seja ela estrutural ou apenas de vedação, se destacam o fato de as indústrias cerâmicas estarem mais propagadas pelo estado do Ceará, facilitando a distribuição dos seus componentes pelo estado, e o menor custo na produção dos blocos e tijolos. A principal desvantagem desse sistema se encontra na falta de rigor tecnológico na produção de seus componentes, caso particularmente grave no estado do Ceará;
- O sistema construtivo de alvenaria estrutural em blocos de concreto traz consigo a vantagem do elevado grau de tecnologia embutido na produção de suas unidades, o que eleva o grau de controle dimensional e de qualidade final do produto e, conseqüentemente, das obras que o utilizam como sistema. Infelizmente, ainda trata-se de um sistema cuja produção ainda se encontra centralizada no município de Fortaleza, o que dificulta sua propagação pelo resto do estado. O custo e o desempenho térmico inerentes ao sistema também costumam ser barreiras na utilização do mesmo;
- Observa-se de maneira geral a falta de uma racionalização dos projetos, que evitariam quebras e desperdícios bem como a consideração da interface com outros projetos, como o hidráulico e elétrico. A falta de um projeto dirigido à produção das unidades habitacionais, em nível de execução, é um grande responsável pelos problemas observados pela pesquisa, o que nos leva a acreditar que adoção da coordenação modular, da coordenação de projetos, e da elaboração do projeto de produção, e da fase de

planejamento da obra são fatores que poderiam trazer grandes melhoras no uso de qualquer um dos sistemas construtivos estudados.

- Pelas vantagens observadas de baixo custo de produção e grande disponibilidade de matérias-primas e indústrias por todo o território estadual conclui-se que com uma gradativa melhora da produção dos componentes cerâmicos, bem como na sua adequada utilização desde o projeto até a construção das unidades habitacionais, podem trazer melhoras significativas na qualidade das habitações produzidas no Estado, sem que isso signifique uma elevação do custo das mesmas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que a adoção de algumas práticas poderia melhorar consideravelmente a qualidade das habitações de interesse social construídas:

- Adoção da coordenação modular, da coordenação de projetos, da elaboração do projeto de produção, e da fase de planejamento da obra;
- Adoção de soluções como o uso de shafts, famílias de blocos com peças que se adaptam aos mais diversos usos na conexão com os outros subsistemas, uso de Kits hidro-sanitários, elétricos, desenvolvimento de componentes capazes de se comunicar entre si, facilitada pela coordenação modular;
- Na execução no canteiro, destaca-se a necessidade de ser respeitar as técnicas próprias dos sistemas construtivos estudados, além da necessidade de treinamento da mão de obra para a racionalização, e a adoção de técnicas que previnam o aparecimento de patologias;
- A padronização, não dos projetos, mas das etapas construtivas e de suas técnicas de execução;
- A adoção da coordenação dimensional nas situações onde a coordenação modular não puder ser adotada.

6. REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, A. S. **Procedimentos de Execução de Serviço - Alvenaria Estrutural**. Fortaleza: 2002.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15270-1: Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15270-2: Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- MANZIONE, L.. **Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Nome da Rosa, 2004.
- MENDES, P. T. C. **Alvenaria Estrutural com Blocos Estruturais Cerâmicos**. Porto Alegre: Coleção Habitare Vol. 6, 2006
- CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural – Notas de aula**. São Paulo: 2001.
- RICHTER, Cristiano. **Alvenaria Estrutural – Processo Construtivo Racionalizado, Curso de Extensão – Área de ciências exatas e tecnológicas**. Unisinos, 2007.
- SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos – Formulação e Aplicação de uma Metodologia**. São Paulo, 1989.
- BAUER, R. J. F. **Caderno Técnico Nº 5** – Revista Prisma, 2005
- PRUDÊNCIO Jr., L.R. et al. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. 1.ed. Florianópolis: Ed. Palotti, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Práticas Recomendadas**. Recife: ABCP.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Metodologia de Execução - Passo a passo para construir alvenarias de blocos vazados de concreto**. ABCP, 2005.
- DUARTE, Ronaldo Bastos. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: 1999. 79p.
- THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios**. São Paulo: UPUSP, Boletim técnico. 31p. 2000.