

ANÁLISE DE SISTEMA CONSTRUTIVO DE BLOCOS PRÉ- MOLDADOS DE CONCRETO COM JUNTA-SECA

Julio Cruz

Este artigo apresenta um estudo de caso que tem por objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente as fissuras das paredes de alguns apartamentos do Conjunto Residencial Quinta D'Itália, situado à Av. Antônio de Carvalho, Porto Alegre, construído mediante sistema de juntas-secas, após treze anos da sua conclusão. Visa, também, identificar os motivos do surgimento de tais fissuras, utilizando como ferramenta o método de Avaliação Pós-Ocupação desenvolvido mediante coleta de dados referentes a atitudes, comportamentos e níveis de satisfação de vários tipos de usuários do condomínio. Foram utilizados os seguintes procedimentos:

- visita ao local, acompanhada de registros fotográficos, com a finalidade de efetuar vistoria técnica externa e observar as patologias do sistema construtivo, particularmente as fissuras (fig. 1);
- aplicação de questionários e tabulação de dados para a caracterização sócio-econômica e estimativa dos níveis de satisfação do usuário mediante o convívio com a patologia avaliada.

A pesquisa na área da patologia das edificações tem como objetivo a ampliação do conhecimento dos problemas mais freqüentes que afetam os edifícios. O presente caso trata do problema das fissuras surgidas em edificação que adota técnica construtiva inusitada no contexto nacional, o Sistema Junta-Seca.

Levantamentos em habitações populares (Fonte IPT) de São Paulo, executadas com técnica construtiva convencional, concluem que as fissuras participam com 12% das manifestações patológicas. Estas, por um lado, são oriundas do aumento da velocidade de execução das obras, pressão para redução de custos, má qualidade de determinados materiais, desconhecimento do comportamento físico e químico de alguns materiais e falta de cuidados no projeto e execução da obra, que por conseqüência determinam a redução na vida útil do prédio, a insalubridade, a insatisfação psicológica, a redução da segurança e a necessidade de reparos. Por outro lado, as fissuras são provocadas, conforme Thomaz (1995), por tensões oriundas de atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra como um todo. São analisados os seguintes fenômenos:

- movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- atuação de sobrecargas ou concentração de tensões;
- deformabilidade excessiva das estruturas;

téchne



1

Caso excepcional de surgimento de fissuras em pano cego.

Foto do autor

téchne
téchne
téchne



2

O equipamento portátil, responsável pela produção dos blocos pré-moldados *in loco*, significa versatilidade e redução de custos.

Foto do autor

- recalques diferenciados das fundações;
- retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção.

No trabalho em questão foram identificadas cinco configurações de fissuras que, de acordo com Thomaz, enquadram-se nos seguintes critérios de avaliação:

a) fissuras por movimentações térmicas em platibandas: as movimentações térmicas diferenciadas entre a platibanda e o corpo do edifício poderão resultar no destacamento da platibanda (fig. 1), por não terem sido projetadas juntas ao longo da mesma;

b) fissuração sob atuação de sobrecargas: nos painéis de alvenaria onde existem aberturas, as fissuras formam-se a partir dos vértices dessas aberturas. Teoricamente, em função do caminhamento das isostáticas de compressão, surgem fissuras em paredes assentadas sobre suporte indeformável (fig. 2);

c) fissuras provocadas por recalques diferenciados: essas fissuras são diretamente proporcionais à intensidade dos recalques. A estruturação do edifício e todas as demais condições de contorno, entretanto, têm influência direta na dimensão da fissura e na extensão do problema (fig. 3);

d) configuração típica de fissuras em alvenarias devidas a sobrecargas: as trincas horizontais são provenientes da ruptura por compressão dos componentes da alvenaria ou de solicitações de flexocompressão da parede (figs. 4 e 5).

METODOLOGIA

O objetivo do *questionário* foi medir, de forma indireta, a partir de informações comparadas e quantificadas, as reações psico-comportamentais dos moradores, de modo a avaliar atitudes e níveis de satisfação dos mesmos em relação às fissuras. Foram aplicados 54 questionários, abrangendo 160 pessoas (11,85% da população estimativa), com o seguinte resultado: frequência de 15 apartamentos (28% dos apartamentos visitados) apresentando problemas de fissuras, sem qualquer manifestação de desconforto em relação às mesmas.

O passo seguinte foi o *diagnóstico*, desenvolvido com o uso do programa SPSS / PC+ , que possibilitou a análise da distribuição dos dados a partir de uma tabulação cruzada que não evidenciou valores significativos. Finalmente, foram descritas as *recomendações* com base nos cruzamentos e registros referenciados.

Thomaz observa que a resolução de um problema patológico passa, obrigatoriamente, por três etapas:

- a) levantamento de subsídios: acumular e organizar as informações necessárias e suficientes para o entendimento dos fenômenos;
- b) diagnóstico da situação: entender os fenômenos, identificando as múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico;
- c) definição de conduta: preservar a solução do problema, especificando todos os insumos necessários e prever a real eficiência da

2000/2

solução proposta.

Em continuidade, Thomaz afirma ser imprescindível o exame cuidadoso da obra, recorrendo-se à sensibilidade do técnico e, eventualmente, a algumas verificações expeditas com o emprego de instrumentos específicos. Observa que nos levantamentos efetuados *in loco*, o BRE -Building Research Establishment (Wall cladding defects and their diagnosis - Garston, 1978) aponta uma série de fatores que devem ser investigados, tais como:

- incidência, configuração, comprimento, abertura e localização da fissura;
- idade aproximada da fissura, idade do edifício e época em que foi construído;
- se a fissura aprofunda-se por toda a espessura do componente trincado;
- se fissura semelhante aparece em componente paralelo ou perpendicular àquele em exame;
- se fissura semelhante aparece em pavimentos contíguos;
- se fissura semelhante aparece em edifício vizinho;
- se o aparecimento da fissura é intermitente ou se sua abertura varia sazonalmente;
- se a fissura já foi reparada anteriormente;
- se ocorreu alguma modificação profunda nas cercanias da obra;
- se no entorno da fissura aparecem outras manifestações patológicas, como umidade, descolamentos, manchas de ferrugem e de bolor, eflorescências, etc.;
- se nas proximidades da fissura existem tubulações ou eletrodutos embutidos;
- se existem na obra caixilhos comprimidos;
- se as fissuras se manifestam preferencialmente em alguma(s) das fachadas da obra;
- se existem deslocamentos relativos (para fora ou para dentro) na superfície do componente fissurado;
- se a abertura da fissura é constante ou se ocorre estreitamento numa direção;
- se a fissura é acompanhada por escamações indicativas de cisalhamento;
- se está ocorrendo condensação ou penetração de umidade de água de chuva para o interior do edifício;
- se o edifício está sendo corretamente utilizado.

Identificados esses aspectos e as causas do surgimento das fissuras, faz-se necessária a aplicação de curativos adequados para a recuperação destas "cicatrizes". Dentre as técnicas adotadas, Thomaz sugere, entre outras, as seguintes recuperações: através de tela de estuque; emprego de bandagem de dessolidarização; selante flexível (fissuras ativas); tela metálica (paredes com seção enfraquecida); emprego de armaduras defasadas; desvinculação entre a parede fissurada e o componente estrutural superior (1. corte efetuado no topo da parede; 2. preenchimento com material deformável; 3. reforço da alvenaria portante com tirante de aço.)



3

Cura dos blocos pré-moldados no canteiro de obras, a céu aberto.

Foto do autor



4

O Sistema Junta-Seca dispensa argamassa de rejunte.

Foto do autor

téchne
téchne
téchne
téchne
téchne

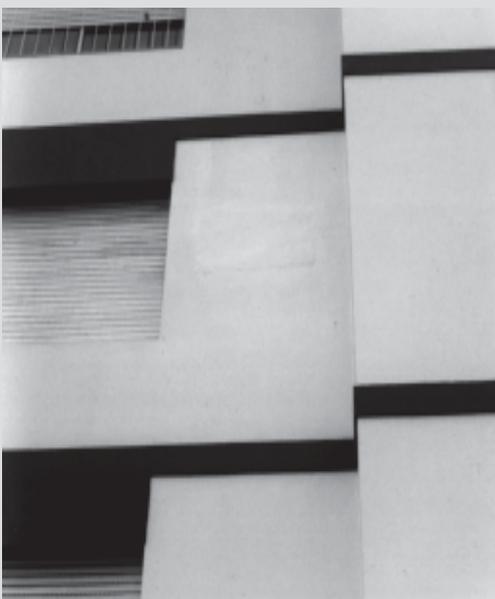


5

Na vista parcial da edificação percebem-se as juntas horizontais originadas pelo bisel dos blocos pré-moldados, que irão garantir uma melhor condição de ancoragem ao revestimento.

Foto do autor

téchne
téchne



6

Vista parcial da edificação, passados 13 anos de sua construção, e a inexistência de fissuras.

Foto do autor

CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA E DOS USUÁRIOS

A construção do conjunto concluiu-se no ano de 1983. O projeto foi concebido através do arranjo de quatro edifícios que formam uma unidade de vizinhança constituída de 21 blocos de quatro pavimentos (fig. 8).

No que diz respeito à tipologia espacial, 336 apartamentos totalizam o número de unidades habitacionais, com 50% orientados para leste e 50% para oeste. As empenas norte e sul são identificadas por panos cegos. A estimativa populacional do conjunto é de 1350 pessoas que, segundo amostragem, situam-se economicamente numa faixa de classe média baixa.

O SISTEMA CONSTRUTIVO

O projeto do conjunto habitacional foi desenvolvido avaliando duas alternativas construtivas. A primeira, caracteriza-se pela utilização de técnica convencional para alvenarias portantes a partir do uso de tijolos cerâmicos. Para essa opção foi elaborado cronograma de obras que estimava a elevação das alvenarias em 13 meses. A segunda, a alternativa adotada, caracteriza-se por processo construtivo não convencional, fundamentado na racionalização do trabalho - Sistema Junta-Seca - que utiliza blocos estruturais pré-moldados de concreto, justapostos, contrafiados, sem aplicação de argamassa de rejunte ou de elementos especiais de encaixe. Tais blocos são produzidos *in loco* (canteiro de obras) através de equipamento portátil composto de mesa vibratória, jogo de matrizes e bandejas metálicas fundidas, sobre as quais as peças pré-moldadas repousam por um período de 24 horas, sendo posteriormente transportadas para a cura secundária, a céu aberto (fig. 3).

As lajes, também pré-moldadas, são compostas de vigas "T" e tabelas cerâmicas dispostas diretamente sobre vigas de fundação, executadas em concreto armado no pavimento térreo e sobre cintas de respaldo executadas com blocos de concreto em forma de "U" nos entrepisos.

A empresa construtora já tivera experiência na utilização do processo durante a construção de edificação similar, ressaltando-se que naquela oportunidade não fora elaborado um plano de racionalização. O procedimento adotado neste segundo ensaio teve a participação do autor do presente artigo no Projeto de Racionalização, que visou, fundamentalmente, desenvolver um plano integrado entre o projeto de locação dos blocos pré-moldados de concreto e os projetos arquitetônico, estrutural e complementares, com o objetivo de reduzir custos, melhorar a qualidade e as condições de trabalho, aumentar a produtividade e reduzir o cronograma de execução das alvenarias.

No que se refere às fissuras, foram utilizados procedimentos no sentido de reduzi-las ao máximo, dentre os quais: utilização de blocos pré-moldados de concreto com resistências à compressão superiores às estabelecidas pela especificação EB-50 da ABNT, que admite a média de 25 kg/cm² e individual de 20 kg/cm² (os blocos utilizados alcançaram resistências médias de 30kg/cm² e mínima individual de 35 kg/cm² com uso de traços econômicos); execução de alvenarias externas com blocos pré-moldados

2000/2

com espessura de 20 cm e alvenarias internas com espessura de 10 cm; planejamento das alvenarias através da elaboração de plantas baixas das fiadas ímpares e pares, projetadas bloco a bloco. Na planta de fiada ímpar constam as informações necessárias para a execução correta de toda a alvenaria, com indicação da localização de vãos, ferragens, altura de peitoris, grauteamentos verticais e horizontais e locação dos tipos de blocos, de tal forma que os vazios dos mesmos sejam sempre coincidentes, caracterizando dutos verticais constantes (fig. 7).

Seguiam àqueles procedimentos, a utilização de ferragem vertical pelo vazio do bloco pré-moldado ancorada à ferragem da viga de baldrame e à ferragem da cinta de respaldo, consecutivamente, em todos os encontros de paredes. As cintas de respaldo foram executadas com blocos-calha, nos quais se dispuseram duas barras de ferro, soltas e posteriormente concretadas (fig. 4).

À medida que a alvenaria era executada (trechos não superiores a 1,5 m), o vazio do bloco no qual se encontrava a barra de ferro era preenchido com graute. A seguir foram executados: trespasses na ferragem com dimensão mínima de 50 cm; colocação de reforços horizontais nos locais onde existem concentrações de tensões, em especial sobre o vão das aberturas e nos peitoris; no trecho médio dos panos cegos, em trechos superiores a três metros, foi executado enchimento vertical com graute pelo vazio dos elementos construtivos, sem utilização de ferragem; enchimento dos vazios das golas de portas e janelas com graute, permitindo a fixação de marcos por meio de buchas plásticas e parafusos; aplicação de reboco nas alvenarias, interna e externamente. As alvenarias, pelo lado interno, não foram salpicadas pelo fato dos blocos possuírem bisel (fig. 5).

As dimensões nominais dos blocos utilizados foram:

- 10 x 20 x 40; 10 x 20 x 30; 10 x 20 x 20 e 10 x 20 x 10;
- 20 x 20 x 40; 20 x 20 x 30; 20 x 20 x 20 e 20 x 20 x 10;
- blocos "U" 10 x 20 x 40 e 20 x 20 x 40.

A diversificação dos tipos de blocos tinha por objetivo permitir a amarração plena de todas as paredes da construção (paredes em forma de +, T e L), não admitindo encontros de topo, comuns nos processos convencionais que utilizam blocos pré-moldados.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

É importante salientar que à época da implantação do Sistema Junta-Seca, a empresa que desenvolveu essa tecnologia promoveu inúmeros encontros com pesquisadores, professores universitários de graduação e pós-graduação de engenharia civil, representantes de escritórios de cálculo estrutural e grande número de empresários da construção civil de Porto Alegre, objetivando promover discussões a respeito do tema e efetivar troca de conhecimentos. O resultado foi extremamente negativo. A grande maioria mostrou-se cética em relação aos resultados propugnados, exceto duas construtoras, que entenderam levar a proposta a cabo, e um dos mais expressivos profissionais na área da industrialização, o arquiteto João Filgueiras Lima, que, em visita ao canteiro de obras, considerou eficiente o processo



7

Abertura executada pelo usuário a partir da retirada de alguns blocos pré-moldados.

Foto do autor

téchne
téchne
téchne



8

Vista parcial do Conjunto Residencial Quinta D'Itália.

Foto do autor

téchne
téchne
téchne
téchne
téchne
téchne
téchne
téchne
téchne

Julio Cruz

Arquiteto, mestrando do NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Formou-se pela FA-UFRGS em 1973 e desde 1975 é professor da Disciplina de Projetos daquela Faculdade.

de racionalização proposto. Tais construtoras edificaram cerca de 65.000 m² em prédios de habitação coletiva no Sistema Junta-Seca, dos quais 19.963 m² dizem respeito ao trabalho ora avaliado.

Passados treze anos da conclusão da edificação analisada, foi possível observar que a quantidade de fissuras não é significativa. Pode-se verificar que prédios construídos de forma convencional apresentam índice patológico superior ao daquele conjunto habitacional. Constatamos a partir da avaliação técnico-construtiva, portanto, que todo o conjunto edificado guarda consigo indicativos de absoluta solidez, confirmando a sensatez dos critérios adotados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAC (1995) - Anais - III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano.
ENTAC 1995 - Anais (Volumes I e II). *Qualidade e Tecnologia na Habitação*.
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Patologia na Construção*.
LAY, Maria Cristina D. e REIS, Antônio Tarcísio L. Texto-base sobre as técnicas de APO como Instrumento de Análise Ergonômica do Ambiente Construído.
THOMAZ, Ercio (1995). *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*.