ANÁLISE CONSTRUTIVA DE EDIFICAÇÃO DE ESCOLA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL EM PRESIDENTE PRUDENTE

Vitoria Domingues Galante ¹, Isabela Coutinho Marchiori ¹, Bruno Cesar Castro Cardoso¹, Renan Ferreira Pinhal ¹, Adauto Da Silva Jr. ², Sibila Corral De Arêa Leão Honda³.

Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Faculdade de Engenharias e Arquitetura e Urbanismo, Presidente Prudente, SP.

RESUMO

Os sistemas construtivos das edificações deveriam ser resultantes de propostas adequadas aos projetos arquitetônicos e às condições de custos e mão de obra. No entanto, muitas vezes são resultado exclusivo da falta de novas opções devido à mão de obra disponível e questões de custos da obra, e outras, devido a diretrizes definidas em políticas públicas. Dessa forma, a análise de estruturas torna-se relevante. Neste projeto de pesquisa buscou-se identificar questões sobre sistemas estruturais, processos construtivos e possíveis patologias em edificação, tendo estudo de caso o edifício da escola pública municipal de ensino fundamental I - E.M. Profa. Catarina Martins Artero, na cidade de Presidente Prudente-SP. A metodologia seguida foi qualitativa, e baseada em aprofundamento teórico e conceitual dos temas abordados, e levantamentos fotográficos.

Palavras-chave: Educação fundamental, Edificação, Projeto estrutural, Sistemas construtivos, Patologia das edificações.

CONSTRUCTIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTION OF MUNICIPAL ELEMENTARY SCHOOL IN PRESIDENTE PRUDENTE

ABSTRACT

The construction systems of buildings should be the result of appropriate proposals to architectural projects and the conditions of labor costs and labor. However, many times, the construction systems are the result of the lack of new options because of the available labor and labor cost issues, and other times, they are the result of public policy guidelines. Thus, the structure analysis becomes relevant. In this research, we sought to identify issues of structural systems, construction processes and possible pathologies in construction. The case study was the school building of Municipal elementary school - E.M. Profa. Catarina Martins Artero, in Presidente Prudente-SP. The methodology was qualitative, and based on theoretical and conceptual deepening of the themes, and photographic surveys.

Keywords: Elementary school, Construction, Structural design, Building systems, Pathology of buildings.

INTRODUÇÃO

O processo de construção depende de vários fatores, dentre eles, as definições de sistema estrutural a ser executado. O sistema estrutural possibilita ou inviabiliza determinados projetos arquitetônicos, assim como pode baratear ou encarecer uma obra, pode agilizar a construção ou atrasar os serviços. Ao mesmo tempo, a indústria da construção civil é um setor de grande importância para o desenvolvimento social e econômico do país (SCHMITT, 1998). No entanto, o processo de inovações nesse setor mostra-se estagnado, para o qual Medeiros (1990) afirma que é a parcela do setor industrial com maiores índices de atrasos.

O processo construtivo pode ser dividido em três fases: concepção, execução e utilização; não podendo ser verificada preocupação com qualidade e integridade (LICHTENSTEIN, 1985; KANGARI e SADRI, 1996). Assim, os problemas enfrentados pelo processo de construção têm sido focados apenas em relação ao projeto, à execução, e à redução de custos (SCHMITT, 1998).

Considerando que o foco deste projeto de pesquisa são escolas públicas municipais de ensino fundamental em Presidente Prudente, no estado de São Paulo, é importante verificar os sistemas construtivos utilizados para a execução de seus projetos. Há significativa variação nos sistemas construtivos, devido à construção em diferentes momentos históricos.

Segundo Faria Filho e Vidal (2000), na década de 1920, os projetos dos grupos escolares sofreram alterações, entretanto, o sistema construtivo manteve-se o mesmo dos períodos anteriores: a alvenaria estrutural. Na década de 1930, ocorreu mudança no projeto escolar, focando em edificações mais econômicas e simples, com estrutura em concreto armado.

Em 1987, o Governo Estadual paulista criou a Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), que visava a padronizar e dar diretrizes aos projetos escolares. Tais projetos devem seguir as orientações e os procedimentos estabelecidos, influenciando diretamente no resultado final do projeto e do sistema construtivo. Atualmente, a FDE indica como sistema construtivo o sistema pré-moldado de concreto, indicando que “são referência na área e já obtiveram reconhecimento internacional pela sua qualidade” (FDE).

A partir disso, o objetivo desta pesquisa foi analisar o edifício da escola pública municipal de ensino fundamental E.M. Profa. Catarina Martins Artero, por meio de seus sistemas construtivos e possíveis patologias construtivas existentes, na cidade de Presidente Prudente, no interior do Estado de São Paulo.

A metodologia utilizada foi qualitativa, com aprofundamento da linha teórica e elaboração dos conceitos; com investigação prática por meio de levantamentos de documentos e de campo; mapeamentos e análises.

REFERENCIAL TEÓRICO

A partir da compreensão de materiais de construção e de sistemas estruturais, é possível analisar a edificação da unidade escolar Catarina Artero.

ALVENARIA

A alvenaria pode ser feita de pedra de alvenaria, de cantaria ou de tijolo. A alvenaria de vedação é elemento de construção visando ao fechamento de estruturas, podendo ser executada com argila, concreto, ou outros materiais, trazendo segurança, conforto e habitabilidade. As alvenarias de vedação têm que se 'ligar' com as estruturas reticuladas, como as pré-moldadas, os aços, o concreto armado, entre outras e também apresentam condições de uso. Sendo assim, torna-se necessário classificá-las de acordo com o sistema que será usado e com a estrutura na qual irá se apoiar (NASCIMENTO, 2003).

As estruturas vêm sendo modificadas com o uso de novas tecnologias, já a alvenaria não tem tecnologia, continua sendo um elemento simples, feito a partir da "técnica cultural". A alvenaria se apresenta como uma divisória entre ambientes e sua principal utilização é quando

divide o ambiente interno e o externo, servindo como freio, barreira e filtro seletivo, controlando várias ações e movimentos (NASCIMENTO, 2003).

Nascimento (2003) informa que as alvenarias são resistentes à umidade, aos movimentos térmicos, à pressão do vento e a infiltrações de água pluvial. Também são boas isolantes térmicas e sonoras, controlam a movimentação do vapor d'água (regulando a condensação), dão base para o revestimento, apresentam segurança para usuários e ocupantes e dividem os ambientes, adequando-os da melhor forma.

As alvenarias são classificadas para que sejam corretamente utilizadas em relação ao dimensionamento, para analisar qual o melhor sistema para fixação em função dos vãos e também para sugerir o modelo estrutural a ser utilizado nos cálculos e projetos de alvenaria. Existem vários tipos de materiais e técnicas a serem utilizadas para fazer as alvenarias de vedação, sendo que no Brasil eles são empregados de acordo com a cultura local. Há vários tipos de blocos que podem ser usados para fazer a alvenaria de vedação, como o bloco cerâmico vazado (mais conhecido como tijolo furado); bloco de concreto; bloco de gesso, tijolo cerâmico maciço (mais conhecido como tijolo de barro); bloco de concreto celular autoclavado; tijolo de solo-cimento. Dependendo do bloco utilizado para fazer a alvenaria, esta terá maior ou menor resistência, e dependendo da capacidade da argamassa, a alvenaria terá maior ou menor resistência a tração e cisalhamento (NASCIMENTO, 2003).

Segundo Gomes Jr (2009), considerando-se o processo construtivo, tem-se: Alvenaria Estrutural Armada – armaduras de aço (ferragem) dispostas nas cavidades dos blocos que são posteriormente preenchidas com concreto; Alvenaria Estrutural Não Armada – não há armaduras (ferragem) com funções estruturais; Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada – alguns elementos da estrutura são projetados armados (ferragem) e outros como não armados; Alvenaria Estrutural Protendida – há armadura ativa de aço contida no elemento resistente. Sendo que protensão pode ser compreendida como “é um artifício que consiste em introduzir numa estrutura um estado prévio de tensões capaz de melhorar sua resistência ou comportamento, sob diversas condições de carga” (GOMES Jr, 2009, p.11).

CONCRETO

Antigamente, segundo Botelho (1985), usava-se muito a pedra como material de construção, pois era resistente quanto aos esforços de compressão e era durável. Quanto aos esforços de tração, a pedra era limitada, pois em muitos casos rompia-se. Analisando as qualidades da pedra, surgiu-se o concreto, que é uma pedra artificial, feita pela ligação de pedra, areia, água e cimento. A resistência do concreto à compressão é, em média, dez vezes superior a sua resistência à tração, então criou-se o concreto armado, um material que possui aço mergulhado no concreto nas zonas de tração e nas zonas de compressão possui só o concreto (Botelho, 1985).

Conforme Bauer (2010), existem construções de concreto que tiveram problemas patológicos com grande intensidade e incidência, com alto custo para correção. Os aspectos estético são comprometidos e a sua capacidade resistente pode ser reduzida, levando em alguns casos ao colapso parcial ou total da estrutura. Quando a estrutura de concreto recebe manutenção correta, sua durabilidade é extensa.

Em 1849, na França, foi criado por Monier o concreto armado e desde então as construções civis em concreto armado ou protendido (edificações, rodovias, obras de arte, cais, entre outros) resistiram bem a vários tipos de sobrecargas e ações do meio ambiente (como chuva, sol, ventos e outros) (BAUER, 2010). O concreto armado é mais resistente, pois o concreto possui grade resistência à compressão, e uma baixa resistência a tração, enquanto as barras de armadura absorvem as tensões de tração (BASTOS, 2011).

O coeficiente de dilatação térmica dos dois materiais é o que faz com que o trabalho

conjunto dos dois materiais funcione, pelo fato deles serem praticamente iguais. Outro aspecto é a capacidade do concreto conseguir proteger o aço da oxidação, gerando assim uma maior durabilidade, mas para isso é necessário a existência de uma espessura correta de concreto entre a barra de aço e a superfície externa da peça (denominada cobrimento) (BASTOS, 2011).

PATOLOGIA

A patologia é a parte da engenharia que busca estudar sintomas manifestações, origens e causas dos defeitos que encontra-se nas obras. Este não é apenas uma nova área para identificar e tomar conhecimentos das anomalias, se refere também à concepção e ao projeto das estruturas (SOUZA, RIPPER, 1999).

Em relação com a durabilidade dos materiais usados, das condições de exposição e uso e de manutenção periódica, a vida útil da obra será maior ou menor. Quando não há manutenção, pequenas patologias se tornam grandes problemas, atrapalhando a estética do ambiente, trazendo riscos estruturais e custo alto para recuperação. As patologias podem aparecer em várias fases da estrutura, tais quais no estudo preliminar, na execução do anteprojeto e ao se elaborar o projeto de execução (SOUZA, RIPPER, 1999).

Seguindo a crescente evolução dos métodos e sistemas construtivos, o avanço das tecnologias empregadas na construção civil, o investimento em estudos de novos materiais e programas elaborados para facilitar os cálculos estruturais e os deixar mais exatos, tem-se, na contra mão, o aparecimento de novos materiais de construção, como aglomerantes, aditivos, adesivos, argamassas, painéis, plásticos, revestimentos, com eficiência e durabilidade ainda não comprovadas devidamente pelo uso, pelo tempo e pela sua aplicação (BAUER, 2010).

Bauer (2010) também explica que a deterioração estrutural poderá ocorrer de acordo com algumas causas, classificadas a seguir em grupos: Grupo I – Erros de projeto estrutural; Grupo II – Emprego de materiais inadequados; Grupo III – Erros de execução; e Grupo IV – Agressividade do meio ambiente. No Grupo I, entendem-se como “Erros no projeto estrutural”, a falta de detalhamento no projeto estrutural bem como detalhes mal especificados, a inobservância de cargas ou tensões que deveriam estar presentes no cálculo estrutural, a variação brusca de seção em elementos estruturais, a falta de drenagem ou um projeto de drenagem ineficiente, não consideração dos efeitos da fluência do concreto (BAUER, 2010).

No Grupo II, entende-se que os materiais aplicados na execução do projeto deverão ser criteriosamente conhecidos, e testados em ensaios prévios, conforme as Normas Técnicas. O desrespeito a este requisito pode causar a deterioração do elemento estrutural. No Grupo III, o Bauer (2010) relaciona as principais causas de deterioração de estruturas de concreto decorrentes de erros de execução. No Grupo IV, a deterioração é referente a agressividade do meio ambiente, podemos dividi-las em dois grupos: internos (reações químicas internas, agregados reativos (reação álcali-agregado), excesso de determinados aditivos, por exemplo, aceleradores a base de cloreto de cálcio; fluência de concreto) e externas (corrosão química ou eletroquímica; erosão por abrasão ou cavitação; ondas de choque) (BAUER, 2010).

As obras de concreto armado apresentam três sintomas (principais) de deterioração visíveis e de fácil constatação e diferenciação, que são a desagregação, a disgregação e as fissuras. As fissuras podem aparecer a qualquer momento após a concretagem. Elas podem ser diferenciadas quando a movimentação (fissuras "vivas") ou estabilização (fissuras "mortas"). Estragam a estética da obra e passam insegurança, mostrando-se com pouca estabilidade. Os maiores riscos se dão a corrosão da armadura e a penetração de agentes agressivos do meio externo (no concreto) (BAUER, 2010). Segundo as Normas Brasileiras NBR-6118/80, as aberturas máximas admissíveis não podem ultrapassar os seguintes valores: 0,1 mm para peças não protegidas, em meio agressivo; 0,2 mm para peças não protegidas, em meio não agressivo; e 0,3 mm para peças

protegidas.

A ruptura do concreto é chamada de disgregação e é em especial situada nas regiões salientes. O mesmo se mantém são e conservando suas características iniciais, rompeu por não suportar os esforços sobre si. Quando há ataque químico, ocorre as desagregações. As principais causas de tal sintoma são: reações com o hidróxido de cálcio proveniente da hidratação dos componentes do cimento; e reação do íon sulfato, com o aluminato tricálcio hidratado do cimento ou com a alumina do inerte numa solução saturada de hidróxido de cálcio, dando origem a expansões.

Muitas patologias são corrigidas com descaso, em certos casos fazem apenas reparos superficiais e em outros demolem ou fazem reforços desnecessários. Ambos os casos são incorretos e hoje em dia existem muitas técnicas e produtos para solucionar essas patologias. Com todo o conhecimento atual que se tem em relação ao que leva a destruição das estruturas e levando em conta a evolução tecnológica, através da criação de equipamentos e de técnicas para observar as estruturas, é possível diagnosticar as patologias (BAUER, 2010).

ESCOLA MUNICIPAL CATARINA ARTERO

A escola municipal de ensino fundamental I Catarina Martins Artero foi construída na década de 1970, na Vila Maristela, como escola estadual, mas foi passada para a municipalidade no final de 2010, quando o município de Presidente Prudente assumiu a totalidade do ensino fundamental I nessa cidade.

A partir de visitas à escola para levantamentos, pode ser verificado que a edificação foi executada em estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria. No entanto, patologias podem ser identificadas na edificação. Verifica-se na figura 1 fissura em pilar de concreto. Na figura 2 pode ser visualizada corrosão da armadura na estrutura de concreto, no corredor de acesso às salas de aula. Na figura 3, é possível identificar fissura inclinada causada por recalque diferencial da fundação, situada na parede de depósito. Na figura 4, verifica-se imagem referente a cisalhamento em viga, acima do bebedouro. A figura 5 demonstra fissura de flexão situada na parte externa da escola. Na figura 6, é possível visualizar fissuras de contração térmica nas paredes da escola, são muitos os locais desse tipo de fissura.

Figura 1. pilar com fissura
Fonte: autores, 2015

Figura 2. armadura exposta e com corrosão
Fonte: autores, 2015

Figura 3. fissura na parede

Fonte: autores, 2015

Figura 5. fissura de flexão

Fonte: autores, 2015

Figura 4. cisalhamento em viga

Fonte: autores, 2015

Figura 6. fissuras de contração térmica

Fonte: autores, 2015

A partir dos levantamentos executados, pode-se verificar que a escola analisada necessita de manutenção na edificação. Entretanto, as patologias identificadas não representam risco para seus usuários. Também é importante destacar que o processo construtivo utilizado na execução da referida edificação foi realizado adequadamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola de ensino fundamental I Profa. Catarina Martins Artero foi o foco desta pesquisa, que buscou aprofundar os conhecimentos sobre processo construtivo. Dessa forma, foi possível entender melhor sobre a realidade das edificações.

Chegou à conclusão de que a escola analisada foi construída a partir de concreto armado como sistema estrutural, e alvenaria como elemento de vedação. No entanto, devido à idade da edificação e à sua pouca manutenção, foram identificadas patologias construtivas; embora tais patologias não comprometam sua segurança.

REFERÊNCIAS

BASTOS, P.S.S. Fundamentos do Concreto Armado. Bauru: UNESP, 2011. (Notas de Aula) Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/FUNDAMENTOS.pdf>.

BAUER, L.A.F. Materiais de construção. 5^a.ed.rev. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2010.

BOTELHO, M.H.C. Concreto Armado eu te amo. São Paulo: E. Blucher, 1985.

FARIA Fo., L.M.; VIDAL, D.G. Os tempos e os espaços escolares no processo de institucionalização da escola primária no Brasil. In.: Revista Brasileira de Educação. No. 14, PP.19-35. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n14/n14a03.pdf>.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FDE). Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.fde.sp.gov.br/PagesPublic/InternaProgProj.aspx?contextmenu=novaesc>.

GOMES Jr, H.A. Vigas Protendidas – estudo da norma e modelagem com auxílio de programa de análise comercial. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. (Monografia de Graduação). Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007004.pdf>.

KANGARI, R.; SADRI, S. Building construction primary task models. In.: Proceedings of Construction on the Information Highway. Slovenia.1996. Disponível em: <http://itc.fgg.uni-lj.si/bled96/papers/kangari.pdf>.

LICHTENSTEIN, N.B. Patologia das Construções – procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. São Paulo: EDUSP, 1985.

MEDEIROS, L.T.D. Gerenciamento de empreendimento – a fase de concepção das construções imobiliária. In.: 10^o. Encontro Nacional da Construção. Gramando. 1990.

NASCIMENTO, O.L. Alvenarias. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2003.

SCHMITT, C.M. Por um modelo integrado de sistema de informações para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil. Porto Alegre: UFRS, 1998. (Tese de Doutorado).

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1999.