



MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA NA DÉCADA DE 1930 – UM ESTUDO DE CASO

Lucas Fernando Krug (1); Luís Eduardo Azevedo Modler (2)

(1) Curso de Engenharia Civil – UNIJUÍ: lfkrug@terra.com.br

(2) Curso de Engenharia Civil – UNIJUÍ: modler@unijui.tche.br

RESUMO

Proposta: Ao se analisar historicamente a evolução das construções percebe-se diferenças, em termos de materiais e de técnicas utilizadas. Percebe-se também que as estruturas como um todo tenderam a se tornar mais esbeltas para absorver, com melhor desempenho, as movimentações oriundas de causas diversas como recalque de fundação, excesso de carga na utilização etc. As edificações mais antigas possuem paredes mais espessas e rígidas, que não absorvem movimentações sem fissuração. O objetivo deste trabalho é analisar patologias existentes em uma edificação escolar construída na década de 1930, apontando possíveis causas, mecanismos de degradação e soluções a serem utilizadas para o prolongamento da vida útil do prédio. **Método de pesquisa:** O trabalho inicia com a elaboração de estudos preliminares, através de regraficação do projeto arquitetônico, e análise da edificação. A seguir foi feito o levantamento de dados, utilizando fotografias, mapeamento das patologias destas na planta baixa, entrevistas com ocupantes da edificação e descrição dos problemas. **Resultados:** Os dados são organizados a partir dos registros fotográficos das manifestações patológicas, bem como da localização na planta baixa e descrição técnica dos fenômenos. De posse disso, realizou-se a identificação de possíveis causas das patologias e foram descritos os mecanismos de atuação destas. **Contribuições:** A partir dos dados foram elaboradas sugestões de exames complementares, análise e apontamentos de consequências da falta de intervenção imediata e soluções para as patologias.

Palavras-chave: manifestações patológicas, diagnóstico, terapia.

ABSTRACT

Proposal: When we analyze the historical evolution of the buildings we can notice differences in terms of materials and used techniques. We can, also, notice that the structures, tended becoming more slender to absorb, with a better performance same movements originated from of several causes like pressing down the foundation, over load, etc. The old buildings have thicker and rigid walls, that can't absorb any movements without showing fissures. The objective of this paper is to analyze existent pathologies in a school building built in the decade of 1930, pointing of possible causes, degradation mechanisms and, some solutions that can be used. **Research method:** The work begins with the preliminary studies, redraw of the architectural plan, and analysis of the structure. The next step is based on the data research, using photographs of the pathologies, and their location in the floor plant, interviews with occupants of the building and description of the problems. **Results:** The data are organized with the photographic registration of the pathologies, and their location in the floor plant, as well a technical description of the phenomena. In possession of that, we can identify same of possible causes of the pathologies and describe their mechanisms of action. **Contributions:** With the data analysis, some suggestions of complementary exams were elaborated, such as notes about consequences of the lack of immediate intervention and, solutions for the pathologies.

Keywords: pathological manifestations, diagnosis, therapy.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Histórico dos estudos

Conforme Oliveira (1997) com a evolução, ao longo do tempo, as edificações de alvenaria deixaram de ser pesadas e rígidas, e tornaram-se mais delgadas e executadas com processos de produção mais racionalizados e industrializados. Tal processo de evolução trouxe consigo falhas, gerando problemas que originam patologias influenciando nas exigências do usuário tanto em segurança quanto em habitabilidade e economia. Thomaz (1990) complementa que, na busca de alvos ideais como materiais leves, resistentes, duráveis e de baixo custo, surgiram com maior freqüência, problemas de falhas de construção. Sarkis (1995) e Cavalheiro (1995) afirmam que os acidentes com as estruturas das construções acontecem, provavelmente, desde que as próprias construções existem, e que estes acidentes eram encarados de maneira distinta pela época e local de cada sociedade.

Conforme Oliveira (2001) *apud* Lercsh (2003), alguns manuscritos de Leonardo Da Vinci baseavam-se em interpretações e observações sobre diagnóstico do comportamento estático de edifícios, causas, lesões dos muros e abóbadas, comprovando a existência de uma ciência de conservação.

Percebe-se que existem registros, embora remotos, de que a patologia há muito tempo recebeu atenção. Mas, conforme Sarkis (1995), somente com o grande incremento da construção civil após a 2^a grande guerra houve evolução técnica, principalmente do concreto armado, o que propiciou o surgimento de tentativas de classificação de defeitos e designação desta nova ciência. Afirma, ainda, que os estudos sobre o tema tiveram fomento na década de 60, incentivados pelas companhias seguradoras na Europa Ocidental, que incentivavam a elaboração de *dossies* e sua divulgação relatando e analisando acidentes com o intuito de difundir conhecimentos que aprimorassem técnicas nas novas obras a fim de diminuir a incidência de acidentes e, consequentemente, indenizações.

1.2 Manifestações patológicas e suas origens

Para Cavalheiro (1995), existem 4 razões básicas para o aparecimento de defeitos:

- Evolução tecnológica dos materiais, da teoria das estruturas e dos sistemas construtivos, que tornaram as estruturas mais flexíveis, visando melhor desempenho de absorção de movimentos, sem causar colapso, possibilitando o surgimento de patologias;
- Velocidade de construção, ou controle de qualidade inadequado ou inexistente;
- Formação deficiente de profissionais;
- Deficiência de normalização sobre o assunto e manutenção inadequada ou inexistente.

Logo, as características construtivas modernas favorecem o aparecimento de fenômenos patológicos, pois, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e profundo dos materiais e técnicas, seu emprego aproxima-se do limite de desempenho satisfatório. Uma vez que se conhece, com maior precisão, até que ponto se pode confiar em determinado material, tende-se a reduzir o seu consumo, fazendo com que o mínimo erro possa causar patologias (VERÇOSA, 1991).

Segundo Carmo (2003), os problemas patológicos têm origem relacionada a algum erro ou falha cometida em pelo menos uma das fases do processo de construção, e sua ocorrência está associada a um conjunto de sintomas ou manifestações que são características, apresentadas durante a execução do uso da edificação, podendo se tornar evidentes já no início da construção ou após anos de conclusão da obra.

1.3 Edifícios históricos e seus principais fatores de degradação

Para Gusmão Filho (1998), as construções históricas vêm passando por transformações, que modificam as condições de funcionalidade e segurança por várias razões:

- Tipo e intensidade de processos físicos, químicos e biológicos;

- As propriedades dos solos e rochas usados como materiais de construção;
- Condições ambientais;
- Ação do homem, através de intervenções na obra ou em sua vizinhança;
- Movimentos do terreno de fundação.

O mesmo autor afirma que o efeito do tempo no sistema solo-fundação é outra característica relevante na avaliação de desempenho de uma edificação, pois este efeito envolve alterações físicas e químicas nos materiais constituintes do sistema que são inerentes ao passar do tempo.

Feilden (1982) citado por Lersch (2003) salienta que edifício histórico é aquele que nos faz conhecer sobre as pessoas e a cultura que o constitui e carrega consigo valores arquitetônicos, estéticos, históricos, de cunho documental, arqueológico, econômico, social, político, espiritual ou simbólico. Afirma, ainda, que o objetivo da conservação de edificações históricas deveria ser mantê-las como testemunho de um determinado método construtivo, como obra de engenharia e arquitetura mantendo um símbolo de identidade e continuidade cultural de sociedade. Para o entendimento do universo de fatores que promovem ou influenciam a degradação de edificações históricas, Lersch (2003) distingue estes em duas etapas:

1. Características da edificação: que determinam o maior ou menor grau de degradação, e são relacionadas a:

- Implantação: o que determina a disposição do edifício no terreno, podendo surgir problemas dados em função da orientação solar e condições geotopográficas.
- Materiais: que podem ser atribuídos a defeitos de origem ou à atuação de agentes de degradação.
- Componentes da edificação: sob a atuação de agentes ao longo do tempo alguns componentes acabam por perder a sua função.

2. Principais agentes e mecanismos de degradação:

- Agentes ambientais ou climáticos: tais como radiação solar, temperatura, água, vento e constituintes do ar.
- Agentes biológicos: como microorganismos, vegetação e insetos.
- Fenômenos incidentes da natureza: terremotos e inundações.
- Uso e ação do homem: são função do uso abusivo ou exagerado do homem, a falta de conservação preventiva, execução de intervenções indevidas, desenvolvimento urbano e até vandalismo.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é realizar um estudo sobre as manifestações patológicas existentes na escola Estadual Ruy Barbosa no centro da cidade de Ijuí/RS, identificando, quais fatores são responsáveis pelas possíveis causas do surgimento das manifestações patológicas observadas na edificação, e quais são as causas identificáveis do problema.

3. METODOLOGIA

3.1 Organização geral da pesquisa

A organização da pesquisa pode ser explicada com o auxílio do fluxograma apresentado na Figura 7, que foi adaptado da dissertação de mestrado realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, “Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre”, de Inês Martina Lersch, no ano de 2003.

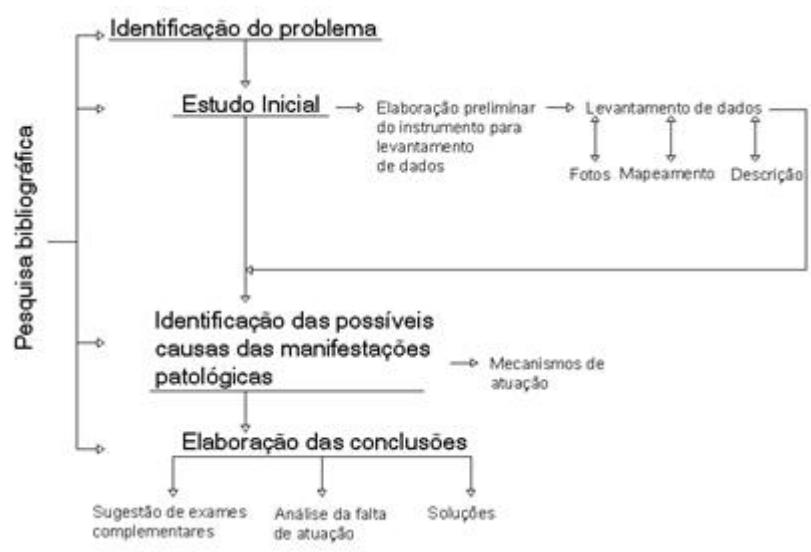


Figura 1 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa

a) Identificação do problema

Em função da observação preliminar, para se ter idéia da amplitude do problema e, em função de leituras sobre o tema, foram desenvolvidos questionamentos como: Que fatores são responsáveis pelo surgimento de patologias na edificação citada? Quais os mecanismos de ocorrência dessas patologias? Quais as soluções possíveis?

b) Pesquisa bibliográfica

Assim como Lersch (2003) propôs, a pesquisa bibliográfica ocorreu de forma paralela às atividades da pesquisa, pois é a etapa que alimenta o desenvolvimento da pesquisa.

c) Estudo inicial

É a fase de estudo realizada para a obtenção de resultados e onde realizou-se o levantamento de dados usando-se de fotografias mapeando-se estas e realizando demais descrições.

d) Identificação das possíveis causas das manifestações patológicas

É a etapa do estudo onde identifica-se os agentes causadores dos fenômenos patológicos, sejam eles remotos ou imediatos.

e) Elaboração de conclusões

É a etapa final, onde sugere-se a execução de exames complementares com maior precisão, analisa-se a situação no caso de não intervenção e, por fim, define-se soluções possíveis para os problemas.

3.2 Materiais de análise e interpretação de dados

Os materiais e dados a serem analisados e interpretados originam-se da fase de levantamento de dados, são organizados segundo fotografias dos locais com presença de fenômenos patológicos, com suas localizações na edificação e com uma descrição técnica dos sintomas apresentados, para posteriormente serem analisadas, identificando-se causas e possíveis soluções.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Situação geral da edificação e regrafiação de planta baixa

A edificação em estudo foi construída na década de 1930, com uso de blocos cerâmicos maciços exercendo função estrutural, possuindo dois pavimentos com sistemas de lajes em concreto armado. As aberturas foram confeccionadas em madeira com traços da arquitetura da época, caracterizadas por

arcos abobadados, com altura superior à sua largura. Outras características da edificação, são o pé-direito com aproximadamente 5 metros e a inclinação do telhado bem acentuada que utiliza telhas cerâmicas. Conforme relato de funcionários, a edificação sofreu aumento de área junto aos fundos do prédio pela construção de um anexo com salas de aula, para realização de aulas para séries iniciais há aproximadamente 15 anos. Sabe-se, ainda, que a edificação sofreu uma reforma parcial há aproximadamente cinco anos, caracterizada pela troca de parte das telhas da cobertura, troca de pedaços de calhas e condutores pluviais, execução de forros novos com PVC em algumas salas de aula, pintura em todo contorno externo e algumas partes internas da edificação, bem como colocação de revestimentos cerâmicos novos nos banheiros.

Situada aproximadamente no centro do lote, localizado no centro da cidade de Ijuí, a edificação destina-se ao uso escolar. A Figura 2 mostra a edificação vista frontalmente e a Figura 3 traz uma visão pela parte dos fundos desta através de um prédio localizado nas proximidades.



Figura 2 – Vista frontal



Figura 3 – Vista da parte de trás da edificação

As Figuras 4 e 5 são resultados da regraficação do projeto arquitetônico (somente da planta baixa), elaborado com o auxílio do AutoCad 2002 utilizando-se a planta baixa existente sendo esta uma cópia heliográfica. Neste item são apresentadas as figuras sem escala definida.

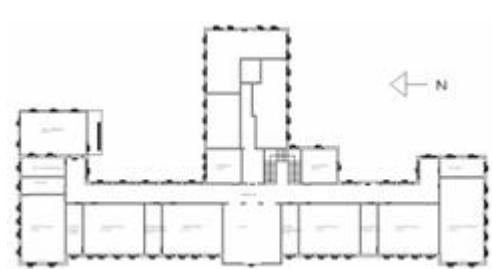


Figura 4 – Planta Baixa 1º pavimento

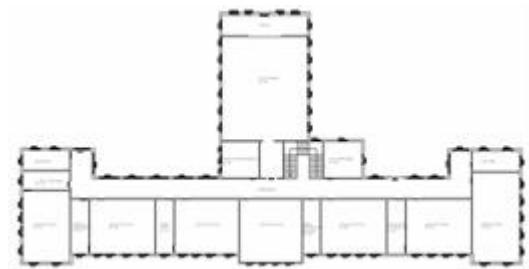


Figura 5 – Planta Baixa 2º pavimento

4.2 Descrição das manifestações patológicas encontradas

A seguir, são apresentadas, com figuras, as manifestações patológicas encontradas, indicando sua localização na edificação, bem como a descrição desses fenômenos por observação visual, e a indicação de prováveis causas juntamente com a explicação do mecanismo de ocorrência de cada manifestação patológica.

A. Parede externa da ala norte

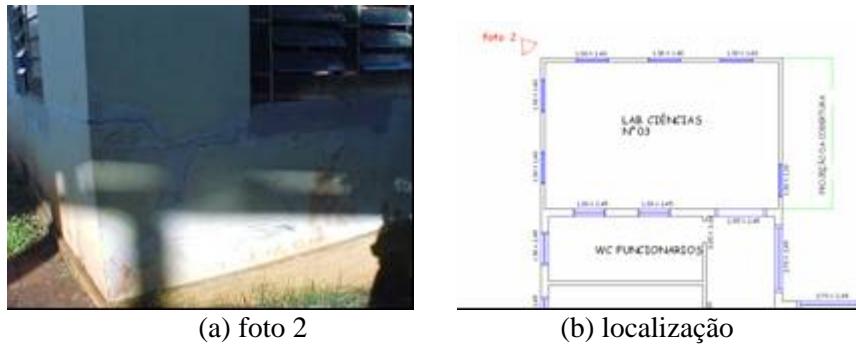


Figura 6 – Parede externa da ala norte

- *Descrição por observação visual:* Presença de fissuras com grandes espessuras em ambas as paredes com sentidos horizontal e inclinado a aproximadamente 45°, com sinais de execução de selamento anterior.

- *Manifestações detectadas:* Fissuras

- *Causas prováveis:* Como detectou-se a presença de fissuras horizontais e com inclinação de 45°, uma possível causa é o deslocamento vertical desta parte da edificação, pois trata-se de uma ampliação da edificação executada há poucos anos, logo a incompatibilidade de materiais e técnicas utilizadas pode ter influenciado e causado recalque diferencial desta ampliação. Pode-se citar, também, como causa deste deslocamento o carreamento de finos do solo que propiciou a existência de vazios no mesmo gerado por vazamentos da rede de água e esgoto.

- *Mecanismo de ocorrência:* Devido a existência de vazios do solo, este, com a sobrecarga do alicerce da fundação acomodou-se a fim de eliminar estes vazios, logo essa acomodação não ocorreu de forma igual ou simultânea ao longo das paredes e gerou diferentes tensões que não foram suportadas por estas, o que ocasionou o surgimento das fissuras. Outra hipótese que pode ser citada é que devido a presença de vazamentos da rede hidrossanitária, ocorreu a saturação do solo abaixo da fundação e alterou o estado de tensões efetivas modificando a capacidade de carga deste. Segundo Pinto (2000), “*a tensão efetiva é responsável pelo comportamento mecânico do solo, e só mediante uma análise através de tensões efetivas se consegue estudar cientificamente os fenômenos de resistência e deformação dos solos.*” Pinto afirma ainda que para solos saturados a tensão efetiva é dada em função da espessura da camada, peso específico do solo, e a poro-pressão.

B. Ala norte externa frontal; Paredes da ala norte externa frontal



Figura 7 – Paredes da ala norte externa frontal

- *Descrição por observação visual:* Fissuras em ambas as paredes com espessuras variadas e com direções e inclinações simétricas, desaprumo na parede da esquerda.

- *Manifestações detectadas:* Fissuras

- *Causas prováveis:* Esta manifestação pode ser considerada a de maior gravidade na edificação, devido ao grande número de fissuras e suas espessuras, encontradas nestas paredes e nas paredes

próximas. Percebe-se que nesta ala (norte) as patologias encontradas estão relacionadas à presença de umidade (vazamentos da rede), gerando o carreamento do solo e, principalmente neste caso, danificando a fundação, pois realizou-se escavações junto a estas paredes, e comprovou-se a existência de grande quantidade de água e esgoto dos banheiros, conforme Figura 10, que propiciaram danos ao alicerço de fundação, pois este estava esfarelando e desagregando, visto que não foi utilizado material aglomerante algum. Logo, com estas condições, a fundação debilitou-se e começou a dar sinais de não suportar as tensões devidas às cargas existentes na edificação e vir a recalcar diferencialmente, gerando fissuras diversas e desaprumo da parede externa da ala norte.



Figura 8 – Escavação próxima a parede da ala norte

- *Mecanismo de ocorrência:* Segundo citação das causas, o mecanismo de ocorrência fica claro. Pois devido à existência de vazios do solo gerado pelo carreamento dos finos, este tendeu a acomodar-se a fim de eliminar estes vazios gerando recalque diferencial nesta parte da edificação que não suportou e de certa forma veio a romper manifestando-se com desaprumo e fissuras diversas.

C. Laje da ala norte



(a) foto 19



(b) localização



(c) foto 20



(d) localização

Figura 9 – Laje da ala norte

- *Descrição por observação visual:* Fissura de grande espessura verificada transversalmente à laje do corredor da ala norte, tanto no teto do 1º pavimento (a) quanto no piso do 2º pavimento (c), separando o bloco norte do corpo da edificação.

- *Manifestações detectadas:* Fissuras.

- *Causas prováveis:* Como a grande maioria das fissuras nos blocos extremos da edificação, esta também teve como causa a deformação da edificação gerada por recalques na fundação.

- *Mecanismo de ocorrência:* Esta fissura mostra claramente a tendência de divisão do bloco da ala norte do restante da edificação gerada por deformações experimentadas pelo recalque da fundação. Logo a laje não suportou e sofreu uma fissura exatamente no ponto de encontro do corredor com o bloco da ala norte, podendo ser visualizada tanto no teto do térreo quanto no piso do 2º pavimento.

4.3 Soluções propostas

Como a grande maioria das manifestações foi causada pelo ineficiente desempenho da fundação (recalque e deformação), portanto esta recebe a denominação de agente imediato. Mas como citado nas prováveis causas e no mecanismo de ocorrência das manifestações, percebe-se que também possui prováveis agentes remotos, como vazamentos da rede de instalações hidrossanitárias e construção de poços sumidouros próximos a edificação. Logo solução inicia-se com a remoção destes agentes remotos. Ou seja, substituição das instalações hidrossanitárias para que não ocorram mais vazamentos que venham interferir na capacidade de carga do solo eliminando o processo de carreamento de finos deste. Somente após deve-se recuperar e tratar a fundação. Existem várias maneiras de se tratar o fenômeno de recalque de uma edificação e por consequência eliminar o aparecimento de fissuras. Primeiramente deve-se eliminar os vazamentos a fim de eliminar o carreamento de solo, e somente após isto reabilitar a fundação.

Gotlieb (1998) comenta que as soluções de reforços de fundações são muito variadas e dependem de condicionantes como o tipo de solo, urgência de execução, as fundações existentes, o nível de carregamento e o espaço físico disponível para execução. Mas cita algumas soluções muito interessantes, como: reparo ou reforço dos materiais constituintes da fundação; enrijecimento da estrutura; aumento da área de apoio; execução de estacas prensadas, injetadas, convencionais; execução de sapatas, tubulões e estacas adicionais; e melhoria das condições do solo.

Face ao exposto das soluções propostas por Gotlieb (1998), pode-se analisar e adaptar de certa forma alguma solução para o caso em estudo. Primeiramente deve-se evitar maiores vibrações que aumentem riscos e comprometam ainda mais a edificação, em segundo lugar deve-se também evitar a presença de circulação de água, pois como já comprovado existe vazamentos na rede que permitem a presença de grande quantidade de água. Torna ainda mais difícil a solução o fato da fundação ter sido executada apenas com material granular (areia) confinado, ou seja, a fundação é baseada em “valetas” de aproximadamente 1,5m de profundidade preenchidas com areia compactada, que permaneceu confinada exercendo função de dissipar as tensões do alicerce de nivelamento das paredes.

Logo soluções como utilização de macacos hidráulicos com o objetivo de recolocar a edificação em sua posição original anterior as deformações, tornam-se inviáveis tecnicamente, pois não existe rigidez suficiente na fundação que possibilite operações deste gênero.

Uma solução que pode ser citada, embora mereça estudos técnicos e econômicos mais detalhados é a injeção de nata de cimento na camada de solo granular da fundação. Soluções como esta são citadas por Guimarães Filho (1984), em consolidação de minas de extração de minérios, túneis e barragens de gravidade. O mesmo autor afirma que a injeção em solos tem como princípio básico o aumento das pressões, através da redução de vazios, e que as pressões de injeção dependem do solo a ser consolidado, do tipo, uso e porte da obra e das profundidades a serem atingidas.

No caso em estudo esta solução é tecnicamente possível, pois tornaria a fundação em um bloco monolítico, reduzindo a suscetibilidade a umidade e o carreamento de finos, possibilitando que assim as deformações e deslocamentos da edificação parem de evoluir.

Outra solução que pode ser citada baseia-se em experiências profissionais do Engenheiro Luiz Saenger: consiste em execução de “gravatas” envoltórias ao alicerce de fundação, que são suportadas por blocos de coroamento e estacas. A seqüência de execução é a seguinte:

1. Execução das estacas com profundidades, diâmetros e distâncias conforme estudos prévios e projeto. Figura 10.

2. Execução de blocos de coroamento das estacas sob o alicerce da fundação existente. Figura 11.
3. Execução das “gravatas” de concreto armado que envolverão o alicerce já devidamente apicoadado com o objetivo de melhorar a aderência entre ambos materiais. Figura 12.

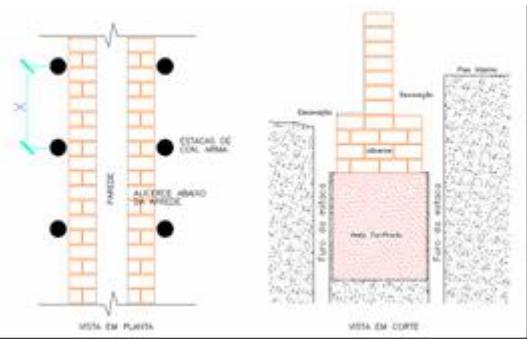


Figura 10 – Execução das estacas

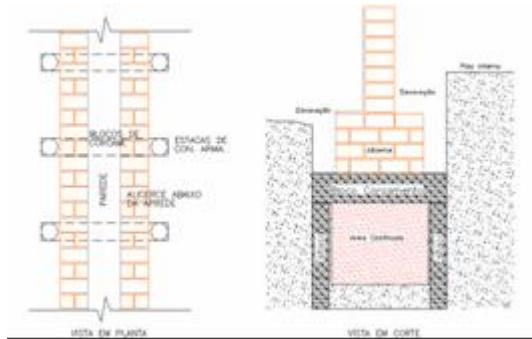


Figura 11 – Execução dos blocos

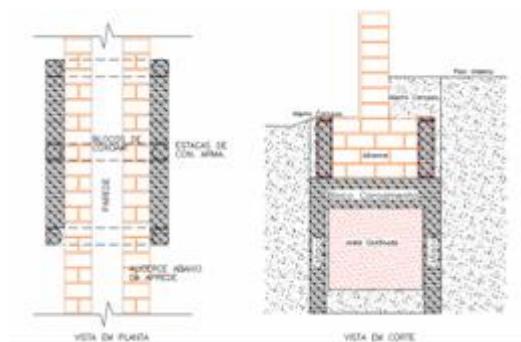


Figura 12 – Execução das gravatas

Percebe-se que tal solução deixaria de utilizar o material granular confinado como suporte de cargas, passando tal função as estacas. Mas o fator principal para o sucesso desta solução está na rigidez do sistema, ou seja, a perfeita aderência entre a gravata e a alvenaria. Pois se tal aderência garantir que o peso da parede seja suportado quase exclusivamente pelo sistema de gravatas e blocos de estacas, as fundações antigas (material granular) deixariam de suportar as cargas da edificação, e consequentemente não se deformariam mais.

Com o problema de deformação e movimentação da fundação, resolvido, pode-se de maneira particular solucionar os seguintes fenômenos da edificação:

- Pequenas fissuras: selagem com nata de cimento ou execução de reboco novo.
- Descolamento e deformação da escada da edificação e afastamento do passeio e desnível do piso próximo a cozinha: retirar o solo de suporte e realizar um aterro devidamente compactado nas partes afetadas e executar a escada e o passeio novo, bem como o piso em frente a cozinha.
- Fissura da laje do bloco norte: a etapa de recuperação da laje possui muitas soluções, sendo que para escolher a mais apropriada seria necessária a realização de ensaios com esta laje, como por exemplo a prova de carga. Mas como solução cita-se a limpeza completa desta fissura seguida de avaliação do aço desta laje, caso ainda seja comprovada a eficiência deste, basta preencher esta fissura com uma pasta ou argamassa de cimento com o objetivo de impedir a entrada de umidade e sujeiras diversas que possam atacar a armadura. Mas caso seja comprovada a ineficiência desta laje, deve-se realizar reforços estruturais, cabendo então um estudo detalhado e direcionado a engenharia de recuperação estrutural, para verificar qual a melhor solução a ser empregada, desde a “escora” permanente com treliças metálicas apoiadas nas paredes, por exemplo, até a re-execução de parte desta laje.

Os resultados permitem concluir que:

- Vários foram os fatores responsáveis pela degradação da edificação. Destacando-se entre eles os agentes climáticos, agentes biológicos e a ação do homem;

- A interação entre os fatores envolvidos na degradação da edificação é realmente complexa. Pois uma mesma causa pode gerar fenômenos distintos, assim como um único fenômeno pode possuir mais do que uma causa.
- A complexidade do entendimento de patologias demanda uma metodologia de diagnóstico de certa forma conflitante, pois ao mesmo tempo deve ser ampla e precisa. Amplia para se identificar o maior número de causas ou agentes possíveis, desde o planejamento, projeto, construção e uso da edificação que propiciem o surgimento do fenômeno de degradação. E precisa, pois para se solucionar o problema deve-se eliminar a causa ou agente direto, tendo em vista que se a terapia adotada não for correta ou a causa citada não for responsável pela patologia, o fenômeno de degradação não será interrompido ou eliminado.
- A inexistência de um banco de dados local ou regional que trate de edificações com técnicas semelhantes dificulta a realização de um diagnóstico mais elaborado a fim de utilizar métodos de terapias eficientes e consagrados.
- Comprova-se a importância de se aplicar um método de diagnóstico conciso e preciso, para que se estude muito e interfira-se pouco, pois em edificações históricas, principalmente, deve-se evitar ao máximo realizar intervenções que venham descharacterizar sua época e local de construção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMO, Paulo Obregon do. Patologia das Construções. In: **Programa de Atualização Profissional**. UFSM. Santa Maria: CREA-RS, 2003
- CAVALHEIRO, Odilon Pâncaro. Notas de Aula, **Curso Básico Alvenaria Estrutural**. Centro de Tecnologia – UFSM, 1995.
- GOTLIEB, Mauri. GUSMÃO FILHO, Jaime de A. Reforço de Fundações. In: **Fundações Teoria e Prática**. 2 ed. São Paulo: PINI, [1998]. Cap. 12, p 471 – 497.
- GUIMARÃES FILHO, João Duarte. Consolidação de solos por injeções: discussão sobre uma prática bem sucedida mas que não está de acordo as teorias clássicas existentes. In: **Solos e Rochas**. Vol. 7. São Paulo ABMS. 1984.
- LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a Identificação dos Principais Fatores e Mecanismos de Degradação em Edificações do Patrimônio Cultural de Porto Alegre**. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. **Reabilitação de Alvenaria pela Aplicação de Revestimentos de Argamassa Armada**. 203 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- PINTO, Carlos de Souza. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- SARKIS, Paulo Jorge. Notas de Aula, **Patologias das Estruturas de Concreto Armado**. Centro de tecnologia – UFSM, 1995.
- THOMAZ, Ercio. **PATOLOGIA**. In: **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: ABCI/Projeto, 1990. 280p.
- VERÇOSA, Énio José. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991. 173p.