

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
PROCEDIMENTO PARA DIAGNÓSTICO E RECUPERAÇÃO

Norberto Blumenfeld Lichtenstein (*)

PALAVRAS CHAVE:

Construção civil, patologia das construções, recuperação

RESUMO:

Discute-se a questão dos edifícios que, em não alcançando um desempenho mínimo pré-estabelecido, não atendem às exigências dos seus usuários. Levanta-se a necessidade da delimitação de todo um campo da engenharia, a Patologia das Construções, para o estudo das falhas dos edifícios.

Para o caso dos edifícios que apresentam problemas patológicos, é proposto um procedimento de atuação. Este procedimento consiste basicamente em: levantamento do maior número possível de subsídios para o entendimento do problema através de vistoria do local; do histórico do edifício e do resultado de exames complementares; diagnóstico da situação, ou seja, entendimento completo dos fenômenos ocorridos; definição da conduta a partir da escolha da alternativa de intervenção mais conveniente. É apresentada a aplicação real da metodologia proposta em diferentes casos, tratados por diferentes técnicos, todos eles com sucesso.

(*) Norberto Blumenfeld Lichtenstein, Mestre em Engenharia, Professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.



Escola Politécnica - EPBC



31200052903

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: PROCEDIMENTO PARA DIAGNÓSTICO E RECUPERAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia da construção se deu, desde os primórdios da civilização, em diversas direções concomitantemente, criando-se um acervo de conhecimentos que permitiu ao homem, dentro de certos limites construir edifícios adaptados às suas necessidades em equilíbrio com o meio ambiente.

Ao mesmo tempo, entretanto, em todas as épocas, em maior ou menor grau, uma parte dos edifícios construídos não tem apresentado um desempenho satisfatório. A preocupação com estes edifícios, com seus problemas, é muito antiga e pode-se dizer que nasceu com o próprio ato de construir. Esta preocupação, contudo, não se revestia antigamente de caráter sistemático estando restrita ao estudo de alguns problemas mais comuns, geralmente aqueles que provocavam alguma falta de segurança estrutural.

Modernamente, com a aplicação na Engenharia Civil do conceito de desempenho, os edifícios começam a ser analisados como um todo. Consequentemente, os problemas de desempenho insatisfatório também começam a ser entendidos dentro de um contexto global e não de forma estanque, por defeito, como anteriormente.

Percebendo a necessidade de consolidar, organizar e ampliar os conhecimentos nesta área, os organismos internacionais de pesquisa têm procurado atuar sobre esta questão. O primeiro passo que está sendo dado é no sentido de levantar a situação dos edifícios em uso. Diversas enquetes, com coletas organizadas de informações "in loco", têm sido feitas com o objetivo de recensear as falhas dos edifícios existentes. Os primeiros resultados mostraram um número enorme de edifícios com baixo desempenho, mesmo nos países com longa tradição de construir bem. Com estes levantamentos está se tomando conhecimento da gravidade da situação e se formando a consciência da necessidade de resolvê-la de forma global.

Dentre as pesquisas realizadas, algumas merecem destaque. Devem ser ressaltados os esforços do CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) na Bélgica [1,2], do BRE (Building Research Establishment) na Inglaterra [3] e da EPEBAT (Association Pour L'étude de la Pathologie et de L'entretien du Bâtiment) na França [4], entre outros.

No Brasil, já em 1980, Ioshimoto em trabalho realizado pelo IPT pesquisou a ocorrência de alguns problemas patológicos em 36 conjuntos habitacionais visitando um total de quase 500 habitações [5].

A patologia das construções estão dando, portanto, seus primeiros passos pelo levantamento da situação existente. O caminho a seguir é longo e começa por uma homogeneização de conceitos e métodos.

Este trabalho de homogeneização começa a ser feito com a criação pelo CIB (Conseil International Du Bâtiment) de uma nova comissão de trabalho, a W 86 - Patologia das Construções.

As propostas iniciais de trabalho são as seguintes [6]:

1. Desenvolvimento de estruturas de investigação e divulgação das falhas. As primeiras estruturas serão produzidas para a infiltração de ar e água pelas janelas, fissuração de paredes internas de alvenaria resistente e umidade associada com coberturas planas.
2. Identificação dos tipos mais comuns de falhas das Construções e as medidas terapêuticas aplicadas a elas.
3. Definição do campo da Patologia das Construções.

O presente trabalho também se insere neste contexto da procura do desenvolvimento da patologia das construções, enfocando não os fenômenos físicos e químicos dos problemas patológicos mas sim formalizando um procedimento aplicável para a resolução destes problemas.

2. A PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA E DE UM PROCEDIMENTO PRÁTICO

2.1. A necessidade do método e sua relação com a experiência do técnico

Uma enorme quantidade de edifícios em todo o mundo tem hoje problemas relacionados a um desempenho insatisfatório seja em termos globais, seja em termos de suas partes. Uma grande parte destes problemas, desde que mereça uma análise metódica individualizada, poderá ser resolvida.

A prática profissional da análise desses problemas, no entanto, tem sido muitas vezes caracterizada pela falta de uma metodologia universalmente aceita. São as intuições pessoais fundamentadas na experiência que prevalecem e não podem ser transmitidas. Muitas vezes é a "habilidade" que prevalece, no lugar do método. A habilidade e a arte na Patologia das Construções não podem ser expressas e sim no máximo transmitidas a pessoas receptivas no trato pessoal.

O mundo da habilidade e o mundo da ciência são mundos diferentes, cuja fronteira não é suficientemente definida. Ao contrário, as fronteiras da ciência sempre mais invadem o terreno da habilidade. Com isso, no entanto, a habilidade não é suprimida, apenas adquire novos horizontes. Sempre que puder ser substituída pelo método, deve ser deixada de lado a habilidade pessoal intuitiva que naturalmente se engana muitas vezes.

A ciência requer um pensamento conceitual passível de comunicação. Somente na medida em que se tenha resolvido um pensamento deste tipo é que se pode almejar estabelecer uma metodologia aplicável para a resolução dos problemas patológicos.

Ainda que a Patologia não deva se basear somente nas intuições pessoais, a eficiência na resolução dos problemas é função da vivência do técnico envolvido. Um patologista não se caracteriza por ter um intelecto que, como um receptáculo vazio, somente recolhe da experiência alheia tudo que possa colher. O sucesso na resolução dos problemas depende do alcance, da abertura e plenitude da capacidade do técnico de perceber e vivenciar a própria experiência.

As pessoas, segundo Raygaerts [7], que estiverem estreitamente ligadas ao processo da construção, que tiverem uma boa bagagem de conhecimento sobre a física e a química aplicada aos materiais de construção e que forem possuidoras de uma larga experiência vivenciada neste campo, têm condições de resolver a grande maioria dos problemas patológicos.

Somente os casos mais complexos, que envolvem conhecimentos específicos, exigem especialistas em Patologia das Construções ou ainda especialistas em algum tipo de problema patológico.

Quem quer que seja o responsável pela resolução de um problema, deverá possuir uma conceituação firme do método a ser empregado e de cada uma de suas etapas.

2.2. A estrutura genérica do método na Patologia

A estrutura do método genérico proposto é formado basicamente por três partes distintas:

Parte 1. Levantamento de subsídios

Levantar subsídios representa acumular e organizar as informações necessárias e suficientes para o entendimento completo dos fenômenos. As informações podem ser obtidas através de três fontes básicas, quais sejam: a vistoria do local, o le-

vantamento da história do problema e do edifício (a anamnese do caso) e o resultado de análises e ensaios complementares.

Parte 2. Diagnóstico da situação

O diagnóstico da situação é o entendimento dos fenômenos em termos da identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico. Em outras palavras, o objetivo do diagnóstico é entender os porquês e os comos a partir de dados conhecidos.

Parte 3. Definição de conduta

O objetivo genérico da definição da conduta é prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, nisto incluindo-se a definição sobre os meios (material, mão de obra e equipamentos) e a previsão das consequências em termos do desempenho final. Para definir a conduta, inicialmente é feito o prognóstico da situação, ou seja, são levantadas hipóteses da tendência de evolução futura do problema e as alternativas de intervenção acompanhadas dos respectivos prognósticos.

2.3. O procedimento prático e a proposta de um fluxograma de atuação

O método genérico proposto dá origem, em termos de aplicação prática, a um procedimento para resolução de problemas.

Este procedimento pode ser utilizado independente do nível de experiência do técnico e da complexidade do problema.

No geral, o primeiro passo, dentro da fase de levantamento de subsídios, é a visita do local. Baseado na manifestação do problema, o técnico direciona a realização do exame utilizando os seus sentidos e determinados instrumentos específicos. Neste primeiro passo, ainda são realizados os ensaios rápidos de campo que se fizerem necessários. Dependendo do problema e do técnico envolvido, é possível que já após o exame inicial se possa entender o fenômeno ocorrido em sua totalidade. Em outras palavras, em algumas situações já se pode fazer diagnóstico com o resultado do exame inicial.

Nos casos em que os subsídios obtidos não se mostrarem suficientes, o segundo passo na procura de informações está relacionado com o levantamento da história do edifício e da história do problema. Faz-se, portanto, a anamnese da situação. Estas informações podem ser conseguidas verbalmente, através de enquetes com testemunhas, ou podem estar formalizadas em documentos como o projeto, o diário de obra, notas fiscais de materiais e componentes, e assim por diante.

Mais uma vez, de posse destes novos subsídios, o técnico deve definir se está preparado para estabelecer o diagnóstico do problema. Uma vez que não sejam suficientes as informações obtidas, faz-se necessária a utilização de análises e ensaios complementares. A especificação dos tipos de ensaios é função da natureza do problema e normalmente estes ensaios são direcionados no sentido de dirimir alguma dúvida específica do técnico.

Uma vez que a Patologia das Construções ainda não se consolidou inteiramente enquanto ciência, existirão casos em que, mesmo sendo suficientemente capaz e tendo percorrido todos os passos prescritos para o levantamento de subsídios, o técnico não consegue diagnosticar. Nos casos em que se tratar de limitações no conhecimento do técnico, faz-se necessária uma profunda pesquisa bibliográfica. Por outro lado, nos casos de fronteira do conhecimento coletivo, a única alternativa é a pesquisa tecnológica ou científica.

Na grande maioria dos casos, contudo, as informações levantadas são suficientes para que se consiga diagnosticar a situação. Através do diagnóstico são identi-

ficadas as origens do problema, suas causas precisas, os fenômenos intervenientes e seus mecanismos de ocorrência.

Entendida a situação, o técnico está capacitado a definir a conduta a ser seguida com relação ao problema. Esta fase de definição deve ser conduzida inicialmente pelo levantamento das alternativas de evolução futura dos fenômenos. Com o prognóstico estabelecido, o técnico se define por uma das alternativas estudadas, sempre baseado na relação custo/benefício de cada uma delas.

A alternativa definida pode requerer algum tipo de intervenção ou não. Normalmente a decisão por não intervir significa a aceitação de um desempenho insatisfatório em vista do custo de uma eventual terapia.

A intervenção ou a terapia requerida normalmente têm tecnologia dominada, podendo portanto ser aplicada no caso. Existem situações, no entanto, em que não se dispõe da tecnologia necessária, restando a necessidade de pesquisá-la e desenvolvê-la.

O processo se encerra com a execução dos serviços prescritos, quando necessário, e com o registro do caso. Este registro é feito com a finalidade de manter formalizada a história da obra para possíveis novas intervenções e principalmente para a divulgação do conhecimento adquirido na resolução do problema.

A figura 1 representa uma proposta de fluxograma de atuação baseada na proposta por Helene [8] e que contempla o procedimento descrito.

Cada um dos passos citados do procedimento proposto deve ser realizado segundo de terminados parâmetros e atendendo a determinados cuidados para conseguir atingir seus objetivos. Passamos a seguir ao estudo de cada um destes passos em particular.

3. O LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS PARA O ENTENDIMENTO DO PROBLEMA

3.1. A manifestação do problema, a queixa do usuário e a inspeção periódica

Conforme analisado anteriormente, todos edifícios têm determinadas características que os fazem reagir individualmente às condições de exposição a que estão submetidos. Equivale dizer que, o conjunto de agentes agressivos que atuam sobre cada edifício interage com este produzindo um leque de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Alguns fenômenos que ocorrem no edifício podem provocar uma queda do seu desempenho, configurando-se os problemas patológicos.

Todo problema patológico, estando relacionado por definição com uma queda de desempenho, se manifesta de alguma forma. Conceituamos sintoma do problema patológico como esta manifestação da queda do desempenho. Por sintomatologia se entende o quadro geral de sintomas presentes em determinada fase do problema.

O problema patológico não merece análise somente quando o desempenho já estiver insatisfatório, ou, em outras palavras, quando existir uma sintomatologia característica. Se imaginarmos um edifício com um desempenho satisfatório, ainda assim não podemos saber se em algum material ou componente já não existam alterações enquadráveis no que se chama de período pré-patogênico do problema.

No período pré-patogênico ocorrem interações dos agentes agressivos do meio ambiente com o edifício sem que surjam manifestações perceptíveis pelo usuário ou mesmo pelo profissional.

O período patogênico é caracterizado, no início, pelo aparecimento das primeiras manifestações perceptíveis, os sintomas, que irão evoluir de acordo com o tipo de agressão, com as características do edifício e com diversos outros fatores.

É evidente que seria desejável identificar o problema em seu período pré-patogênico, quando a possibilidade de resolução é sempre muito grande. Ocorre, no en-

tanto, que pela ausência de manifestações perceptíveis, isto se torna na prática muito difícil.

Conseqüentemente, a melhor oportunidade de detecção e resolução de um problema é a fase inicial do período patogênico, onde já existem manifestações perceptíveis das alterações de desempenho, porém normalmente de caráter superficial e reversível.

Os sintomas dos problemas patológicos podem ser levantados pelo próprio usuário ou por técnicos especialmente encarregados da inspeção periódica das construções.

Normalmente as observações do usuário, por não terem rigor técnico, não são indicadores conclusivos da existência e da extensão do problema patológico. Para efeitos técnicos, as observações do usuário significam a ocorrência de fenômenos atípicos e colocam a construção sob suspeita de desempenho insatisfatório.

O problema pode ser mais precisamente levantado durante uma inspeção periódica, num contexto da manutenção rotineira do edifício. Esta inclusive é uma das razões destas inspeções periódicas serem altamente recomendáveis [9]. Nestes casos, normalmente a existência do problema patológico é constatada imediatamente, passando-se para a fase seguinte do procedimento genérico que é a de levantamento de subsídios para a resolução do problema.

3.2. A vistoria do local, a utilização de instrumentos e a organização dos resultados

Um determinado usuário, estando insatisfeito com o desempenho do seu edifício, procura um profissional com o intuito de tentar resolver o problema. Em outra hipótese, dentro de um programa de manutenção rotineira, constata-se a existência do problema patológico em uma inspeção realizada por um técnico.

A partir da queixa do usuário, ou das indicações do técnico responsável pela inspeção, o profissional inicia o processo de eliminação do problema. O procedimento geral, conforme salientado anteriormente, se inicia pela fase de levantamento do maior número possível de informações que possam se mostrar úteis para o diagnóstico da situação e posterior resolução do problema.

Dentro da fase de levantamento de subsídios, conceituamos a vistoria do local como o processo em que o profissional se aproxima fisicamente do edifício, e em particular do defeito específico, e procura, através de exame minucioso, pesquisar o maior número possível de informações a partir desta possibilidade de contato físico [10].

O procedimento básico para a realização da vistoria do local, que será analisado no presente item, pressupõe uma metodologia objetiva e genérica que direcione o levantamento de dados. Este direcionamento, no entanto, não pode ser adotado como uma regra imutável, sendo recomendável uma postura de contínua adaptação à individualidade de cada caso.

Alguns passos podem ser citados por constituírem esqueleto básico para a vistoria do problema patológico:

- . Determinação da existência e da gravidade do problema patológico.
- . Definição da extensão e do alcance do exame.
- . Caracterização dos materiais e da patologia:
 - . Utilização dos sentidos humanos
 - . Utilização de instrumentos.
- . Registro dos resultados.

. Determinação da existência e da gravidade do problema patológico

A determinação da existência do problema patológico é feita pela comparação, qualitativa no caso geral, entre o desempenho exigível do edifício ou de parte e o desempenho encontrado. A maioria dos problemas patológicos apresenta uma sintomatologia que torna imediata a constatação da existência do problema.

Existem situações, no entanto, em que a comprovação da existência do problema patológico não é imediata. Estas situações normalmente estão relacionadas com problemas patológicos que não provocam alterações nos materiais. Este é o caso, por exemplo, da falta de conforto higrométrico onde, algumas vezes, o caminho pode ter de ser a utilização de modelos físicos e matemáticos do desempenho do edifício, a partir das propriedades dos materiais e componentes constituintes [11].

Definida a existência do problema, passa-se à avaliação de sua gravidade. O levantamento da gravidade da situação leva em conta basicamente a existência de risco quanto à segurança do usuário. Quando houver, por exemplo, o risco de colapso da estrutura, pode-se apelar para um escoramento adequado.

O escoramento, ou qualquer outra medida de proteção do usuário, além da função óbvia de evitar riscos, proporciona o tempo suficiente para que a vistoria possa ser executada com os devidos cuidados.

. Definição da extensão e do alcance do exame

A determinação da extensão e do alcance do exame tem como condicionante básico o grau de espraiamento dos sintomas no edifício. Um problema patológico que apresente sintomas espraiados por todo o edifício significa a necessidade do exame minucioso de todo o edifício. Por outro lado, nos casos de sintomas localizados, é no processo de vistoria que se define a abrangência do exame. O critério para esta decisão (exame da parte x exame do todo) está relacionado diretamente com a suficiência das informações para a elaboração do diagnóstico.

Nos casos em que se mostrar recomendável o exame minucioso de todo o edifício, o roteiro de vistoria é previamente estabelecido a partir de alguma metodologia básica. A título de exemplo podemos citar a metodologia proposta por Melville e Gordon [12]:

"O exame começa no piso superior do edifício, cada cômodo sendo visitado obedecendo-se um sentido de caminhar previamente estabelecido (horário ou anti-horário). Repete-se o mesmo processo em todos os andares até que se chegue ao piso inferior. Concluída a inspeção do interior do edifício, o técnico começa o exame do seu exterior tomando cada elevação com a respectiva água do telhado, no mesmo sentido de caminhar do exame interno".

É possível que, mesmo tendo sido examinado todo o edifício, os subsídios coletados não se mostrem suficientes. Nestes casos pode ser necessário o exame das circunvizinhanças. Pode ser produtiva, por exemplo, a análise de casas vizinhas semelhantes para verificar a existência dos mesmos problemas, possivelmente em diferentes estágios de evolução. Além disso, podem ser necessários dados sobre a topografia da área, sua vegetação, o posicionamento do lençol freático, as características do solo, a existência de aterros e assim por diante.

. Caracterização dos Materiais e da Patologia

Terminada a fase que pode ser denominada de delimitação e planejamento da vistoria, passa-se ao levantamento de subsídios propriamente dito. A técnica passível de ser utilizada é função dos instrumentos disponíveis.

Os instrumentos essenciais em todos os casos são os cinco sentidos humanos. Por maior que seja a habilidade na utilização de equipamentos, os sentidos humanos apresentam, para o técnico, a realidade sem intermediação. Além da visão e da audição, que obviamente necessárias, muitas vezes o tato, o olfato e mesmo o pa-

ladar são imprescindíveis.

Os equipamentos servem de complemento à versatibilidade humana, quantificando as impressões. Um equipamento, quando bem utilizado, é uma espécie de prolongamento da capacidade do técnico de apreender a realidade. Os sentidos humanos e os equipamentos têm os seus respectivos campos de atuação e limitações, sendo recomendável a harmonização de seu uso.

O CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) propôs uma relação de aparelhos que, segundo Reygaerts [7], são suficientes para examinar a grande maioria dos problemas patológicos. São eles:

- . Nível d'água.
- . Fio de prumo.
- . Rêgua e metro precisos.
- . Higrômetro elétrico.
- . Psicrômetro (do tipo termômetro úmido e seco).
- . Termômetro de contato.
- . Pacômetro.
- . Papel indicado de PH.
- . Dilatômetro.
- . Testemunhas de metal ou vidro.
- . Endoscópio.
- . Lupa graduada.

Além desses instrumentos, outros igualmente simples e de pequenas dimensões poderiam ser acrescentados. Mais do que a relação específica de aparelhos, é interessante a idéia de juntar todos num só conjunto que pode ser levado em uma mala e é suficiente para a grande maioria dos problemas.

. Registro dos resultados

A técnica e a metodologia de registro e organização dos subsídios coletados é de fundamental importância para sua utilização na formulação do diagnóstico. Este registro pode ser feito manualmente, através de croquis e/ou indicações nas plantas e elevações ou pode ser feito através de registros permanentes como fitas cassetes ou fotografias.

3.3. A anamnese do caso, as informações formalizadas e as informações orais

Dado que exista o problema patológico e dado que o profissional ou grupo de profissionais não tenha conseguido diagnosticá-lo apenas através da vistoria do local, passa-se à fase de levantamento de subsídios para o entendimento da história do problema. Não apenas a história do problema atual mas a própria história do edifício.

O termo anamnese tem origem grega e significa recordar. É entendida como a atividade de levantamento da história evolutiva do problema desde suas manifestações iniciais ou precursoras até o estágio de evolução do momento do exame. São incluídas, além das informações a respeito da evolução do problema, aquelas referentes à descrição da vida do edifício ou seja, o quadro geral do seu desempenho ao longo do tempo. Quando for o caso, podem ser necessárias as informações referentes à variação das condições de exposição a que esteve submetido o edifício.

As informações podem ser obtidas através de duas fontes básicas:

- . Investigação com pessoas envolvidas com a construção.

. Análise de documentos formalizados.

. Investigação com pessoas envolvidas com a construção

Durante a própria vistoria inicial do edifício, diversas informações orais podem ser obtidas junto ao usuário. Além deste, e dependendo da necessidade, podem ser procurados os vizinhos, o promotor do empreendimento, o projetista, o construtor, os fabricantes de materiais e assim por diante.

A necessidade de entrevistar pessoas com envolvimento diferentes com a construção e com conhecimentos técnicos os mais dispares, provoca a necessidade do desenvolvimento de uma certa técnica de interrogatório. Paciência, clareza e habilidade são sempre necessários.

A entrevista pode não ser a mesma qualquer que seja o interlocutor, mas algumas perguntas podem se repetir. Raygaerts [7] propõe as seguintes indagações básicas:

- . Quando foram constatados os sintomas pela primeira vez e de que forma?
- . Eles já foram objeto de intervenções, se sim, quais e com que resultados?
- . No decorrer da construção, foram feitas modificações no projeto, na execução ou na escolha dos materiais?
- . Foram tomadas as medidas necessárias quanto à manutenção e limpeza?

Além destas indagações básicas, outras questões também são importantes e podem ser feitas ao usuário do edifício:

- . Quando o usuário notou pela primeira vez o problema e quando ele resolveu intervir?
- . O usuário se recorda de algum fato que possa estar ligado ao aparecimento do problema?
- . Ocorrem episódios de exacerbação ou remissão dos sintomas?
- . Como eram as condições climáticas quando o problema foi notado e quando o usuário resolveu intervir?

São estes apenas alguns exemplos de perguntas bastante comuns, porém cada caso determina a condução do interrogatório conforme suas características próprias.

Em qualquer caso, a valorização de todas as informações orais obtidas é bastante problemática [7,10,12]. Em primeiro lugar, as pessoas somente podem se reportar à primeira vez que notaram os sintomas o que, eventualmente, pode não coincidir com o seu surgimento. Por outro lado, informações orais importantes podem ser omitidas ou mesmo distorcidas principalmente nos casos em que houver disputa e o informante estiver defendendo seus interesses. O construtor, por exemplo, que utilizou material de qualidade inferior ao especificado no projeto pode, temendo reações, tentar ocultar tal fato. Uma vez que determinadas informações se mostrarem significativas, sua confirmação, através de outras fontes, pode ser recomendável.

. Análise de documentos formalizados

As informações obtidas oralmente não fornecem, na grande maioria dos casos, um quadro suficientemente amplo e confiável para o estabelecimento da anamnese do caso. Normalmente é necessária a utilização de fontes documentadas cuja veracidade possa ser colocada fora de questão. Dentre estas fontes, ditas formalizadas, a fonte principal de informações é aquela que acompanha o técnico durante todo o processo do diagnóstico e o projeto. O projeto entendido não somente como as plantas de concepção mas também o projeto executivo, o memorial, os cadernos de encargos, as especificações de materiais, os manuais de execução e uso. Enfim, todas as indicações que o responsável pela execução pode contar para a

construção da obra, e que o usuário pôde contar para operar sua propriedade.

Uma distinção muito importante deve ser feita entre o projeto "como projetado" e o projeto "como construído". Muitas vezes acontecem durante a execução variações em relação ao projeto, variações estas não registradas.

Os documentos, por seu turno, produzidos durante a própria execução da obra também são fontes bastante importantes. A realidade tem mostrado que, justamente os edifícios com maiores problemas patológicos, são os que possuem menor quantidade e qualidade de documentos que possam ser a fonte para o estudo desses problemas patológicos. Isso é compreensível uma vez que a preocupação com a documentação das decisões e do dia a dia revela uma preocupação com a organização que normalmente se reflete numa construção de melhor qualidade.

Alguns documentos, no entanto, são encontrados em muitas obras, sendo fontes importantes. Podemos citar:

- . Diário de obra.
- . Ensaaios para recebimento de materiais e componentes.
- . Notas fiscais de materiais e componentes.
- . Contratos para execução de serviços.
- . Cronograma físico-financeiro previsto e executado.

A história do uso normalmente tem na prática documentação bastante mais esporádica. Nos edifícios que são conservados através de programas de manutenção rotineira, pode-se consultar os registros das intervenções realizadas. Ocorre que ainda não se disseminou amplamente a aplicação destes programas e o que se obtém normalmente são documentos a respeito do uso ao longo do tempo das máquinas e equipamentos do edifício, como os elevadores, o sistema de aquecimento e outros.

Finalmente, além das informações orais e formalizadas a respeito da história do edifício e do problema, pode ser necessário o levantamento da história das condições de exposição a que ficou submetido o edifício. Questões como as variações climáticas, de vizinhança, escavações, vibrações excessivas, rebaixamento do lençol freático, podem ser respondidas através de investigações minuciosas cuja metodologia é particular para cada caso dada a variedade de alterações e de agentes possíveis. Como exemplo de problema causado pela variação das condições de exposição, pode ser citado o apodrecimento de estacas de eucalipto de fundação causado por um rebaixamento geral do lençol freático da região onde se encontra a obra.

3.4. Os Exames Complementares para a Formulação do Diagnóstico

Um problema patológico se revela sob a forma de sintomas. Estes sintomas são levantados pelo profissional através de seus sentidos naturais, através de interrogatório dos envolvidos e através da análise dos documentos pertinentes.

O poder de resolução da vistoria do local, isto é, a possibilidade de permitir a elaboração de um diagnóstico final, está relacionada com a manifestação do problema e com a possibilidade de sua identificação e valorização pelo profissional. A vistoria normalmente é limitada pelos recursos dos sentidos humanos e permite apenas a observação macroscópica de um problema.

Um considerável número de problemas apresenta sintomatologia bastantes características, permitindo a formulação imediata do diagnóstico final. Existem casos, no entanto, em que são necessários exames complementares nos quais, conceitualmente são ampliados os sentidos naturais do profissional através de meios físicos, químicos e até biológicos.

Os dados obtidos do exame e da anamnese do edifício direcionam a realização ou solicitação de certo exame complementar. Cada exame tem associado um certo po-

der de resolução, isto é, uma capacidade de indicar a presença de alteração hipotética e uma possibilidade de fornecer falsos resultados positivos e negativos.

Conhecer o poder de resolução e as limitações de cada exame complementar provoca a não realização em cada caso de uma série de exames dispendiosos, demorados e freqüentemente inúteis. Por outro lado, desconhecer a possibilidade do exame prescrito fornecer resultados falsos em determinadas situações, pode provocar um diagnóstico equivocado, o que permite a evolução do problema e reduz as suas possibilidades de resolução.

Normalmente os exames complementares são necessários quando os dados obtidos na vistoria do local e na anamnese se mostrarem insuficientes para a elaboração do diagnóstico. Existem casos, no entanto, em que os exames complementares são prescritos mesmo quando o diagnóstico está formulado, com o intuito de garantir a sua correção. Estas situações podem ocorrer quando se mostrarem catastróficas as consequências de um diagnóstico incorreto.

Os exames complementares podem ser classificados em:

- . Análises e ensaios em laboratório.
- . Ensaios "in loco".
- . Análises e ensaios em laboratórios

As análises e ensaios em laboratório podem ser de caracterização de amostras coletadas, ou de avaliação de desempenho a partir de materiais e componentes similares aos usados na obra.

Analisar e ensaiar o material significa determinar os valores de propriedades que sejam relevantes para o seu uso. As propriedades relevantes podem ser de natureza física, química ou biológica.

Algumas propriedades físicas são inerentes ao material, ou seja, independem de sua forma geométrica. Este tipo de ensaio é considerado como de caracterização do material. São exemplos a determinação da densidade, da condutibilidade térmica e elétrica do coeficiente de dilatação, do índice de redução acústica e outras. Por outro lado, determinadas propriedades físicas estão ligadas à forma geométrica do material: são as propriedades mecânicas.

A caracterização química do material pode ser a identificação qualitativa e quantitativa dos elementos e compostos químicos presentes na amostra e de caracterização da microestrutura do material.

Nos casos em que o material a ser analisado sofre o ataque de organismos vivos como fungos, por exemplo, a análise pode ser feita por meio de processos biológicos. No caso da madeira atacada por fungos, um dos processos de exame é a retirada de amostra e sua introdução em meio de cultura rica em nutrientes [13].

A caracterização de amostra coletada é um dos caminhos disponíveis dos exames complementares necessários para a formulação do diagnóstico de um problema patológico de um problema patológico. O outro caminho, em laboratório, é a realização de ensaios que proporcionem a avaliação do desempenho do edifício ou de cada uma de suas partes.

Nos ensaios de desempenho realizados em laboratório, procura-se reproduzir, de um lado a parte do edifício em estudo utilizando-se materiais e componentes similares aos usados na obra e de outro, as condições de exposição a que esta parte está submetida no edifício.

. Ensaios "In Loco"

Estes ensaios "in loco" se caracterizam pela utilização e aplicação de equipamen

tos específicos no próprio local da obra, medindo-se e/ou avaliando-se determinadas características do edifício, ou de uma de suas partes. Estes ensaios complementares realizados "in loco" se distinguem daqueles que podem ser realizados na vistoria inicial basicamente pela particularidade, e em alguns casos complexidade, dos equipamentos necessários à sua realização. Outro ponto de distinção entre os exames complementares "in loco" e a vistoria do local é a necessidade que alguns exames complementares têm de ser espreitados no tempo.

A tabela 1 representa uma relação de exames complementares que são normalmente utilizados na Patologia das Construções. Na tabela 1 são apresentados alguns dos principais exames complementares procurando-se, sucintamente, esclarecer os princípios e conceitos que governam a sua aplicação.

Os exames complementares de uma forma geral são muito úteis e em alguns casos são imprescindíveis. Ainda que a tecnologia disponível para sua realização este já em constante evolução, não podem ser pensados como uma forma de substituir a vistoria local realizada por profissional competente. Os exames complementares, quando necessários, são orientados a partir da vistoria do local no sentido de objetivos específicos em razão, de uma forma geral, do seu alto custo e muitas vezes de sua grande demora.

4. O DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO: O ENTENDIMENTO COMO REQUISITO PARA A INTERVENÇÃO

4.1. Conceitos básicos para a formulação do diagnóstico

O produto edifício, submetido a determinadas condições de exposição, tende a um equilíbrio dinâmico com o seu entorno. Da interação entre as ações externas e a capacidade do edifício de reagir é que resulta o desempenho com o qual o edifício cumpre suas funções. Na medida em que se queira resolver um problema patológico do edifício, o entendimento integral deste processo de interação é indispensável. A este entendimento, que explica cientificamente os fenômenos ocorridos e seu desenvolvimento, damos o nome de diagnóstico de problema patológico.

Os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais o edifício não é capaz de se adaptar de pronto no momento oportuno. Raramente a ação do agente agressivo tem valor absoluto. Entre vários edifícios expostos à ação das mesmas condições de exposição, alguns passam a apresentar problemas patológicos e outros não e, além disso, entre aqueles que os apresentam, uns apresentam um quadro grave, enquanto que outros o apresentam atenuado.

Cada edifício possui uma resistência característica à ação de cada um dos agentes agressivos. O edifício pode ser imune a determinadas intensidades de atuação de determinados agentes e não o ser para intensidades maiores. Por outro lado, pode acontecer das características dos edifícios favorecerem a ação de um agente agressivo. Denomina-se predisposição a especial tendência de um edifício a sofrer uma queda de desempenho sob a ação de determinados agentes agressivos. A predisposição do edifício, ou de uma de suas partes, para apresentar problemas patológicos pode ser originada durante a fase de construção ou ser adquirida na fase de uso. Entre estes dois extremos (imunidade e predisposição), os edifícios podem apresentar toda a gama de características intermediárias em relação a cada um dos agentes agressivos indicados na tabela 2.

A atuação de agentes agressivos com intensidade maior que a resistência do edifício ou sua parte, causa o problema patológico. Na medida em que todos edifícios têm características complexas e no caso geral não estão sujeitos à atuação de somente um agente agressivo mas sim de um conjunto de agentes agressivos, normalmente um problema patológico está ligado a um quadro geral de causas, e não a uma causa única. Para cada caso, podemos classificá-las em:

- . causas eficientes ou operantes
- . causas coadjuvantes ou predisponentes.

As causas eficientes são as causas principais, as responsáveis diretas pelo problema normalmente provocando alteração nos materiais e componentes. Geralmente estão ligadas à ação de agentes físicos e biológicos. As causas predisponentes podem estar relacionadas com a idade do edifício, com a falta de conservação e limpeza e assim por diante.

No que diz respeito à extensão dos problemas no edifício, devem ser diferenciados os problemas gerais dos locais. Os problemas locais afetam uma parte limitada do edifício enquanto os gerais afetam o edifício como um todo. Ainda que originariamente um problema possa afetar o edifício localizadamente, muitas vezes outros materiais e componentes acabam por ser afetados. Estas manifestações secundárias, que constituem os problemas patológicos de segunda ordem podem, por sua vez, dar lugar a manifestações de terceira ordem e assim por diante, de modo a complicar cada vez mais o quadro geral. O processo deste desenvolvimento do problema patológico pode se dar lentamente, de forma crônica, ou pode ser rápido, atingindo manifestações intensas em pouco tempo.

Os problemas patológicos são, portanto, processos dinâmicos. Numa fase do processo, as manifestações patológicas podem apresentar um aspecto completamente diferente do que se observava em fase anterior, estando em constante evolução. O quadro geral. Em consequência, o processo de diagnóstico deve ser dinâmico, tendo que alcançar o entendimento de todo o desenvolvimento do problema patológico e não simplesmente da situação instantânea.

4.2. O processo do diagnóstico

O diagnóstico, tendo como objetivo final o entendimento de um quadro geral de fenômenos e manifestações dinâmicas, pressupõe um processo complexo e intrincado de elaboração mental. Este processo de entendimento da situação e de elaboração mental se inicia, conforme Renond-Salis [14], assim que o problema patológico começa a ser estudado. O processo do diagnóstico não se inicia somente após levantado o quadro sintomatológico.

O levantamento da história do edifício e da patologia, os exames e ensaios de campo e em laboratório são feitos não no sentido de simplesmente levantar fatos seqüenciados cronologicamente ou quantificar sintomas isoladamente. Cada subsídio obtido na história do local, na anamnese ou nos exames complementares deve ser interpretado no sentido de compor progressivamente um quadro de entendimento de como trabalha o edifício, como reage à ação dos agentes agressivos, porque surgiu e como se desenvolveu o problema patológico e assim por diante. Cada resultado da fase de levantamento de subsídios só tem sentido se corretamente interpretado e inserido num quadro geral de entendimento. Esta interpretação de cada subsídio obtido e a correspondente hipótese de avaliação da situação orienta a procura de novos dados, o que caracteriza a interação inclusive temporal entre a fase de levantamento de subsídios e o processo do diagnóstico.

Simplificadamente, o processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como o de geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Em outras palavras, a partir de determinados dados fundamentais, o técnico elabora hipóteses de avaliação da situação e compara estes modelos ao quadro sintomatológico geral e ao conhecimento que tem da Patologia. Para a elaboração das hipóteses e o seu teste, em cada passo da fase levantamento de subsídios e do diagnóstico, é feita uma análise e síntese do quadro instantâneo de informações e hipóteses. A análise (decomposição do quadro e estudo isolado dos sintomas), e a síntese (entendimento da interação entre os sintomas e do quadro de sintomas com o edifício) podem ser realizadas conscientemente, com vagar, ou instantaneamente, mobilizando repentina e automaticamente informações acumuladas pelo técnico ao longo do tempo num processo subliminar no qual a consciência não se dá conta.

O processo do diagnóstico constitui a contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados. Esta progressiva redução da incerteza é acompanhada por uma redução paralela do número de possíveis modelos (ou hipóteses), até que se chegue a uma correlação satisfatória entre o problema observado e um

modelo deste problema (o diagnóstico). Neste estágio, a representação do problema não pode mais ser enriquecida. Dentro desta visão ampla do processo do diagnóstico, a fase de levantamento de subsídios é interrompida quando o técnico avalia que a investigação adicional tem pouca ou nenhuma probabilidade de alterar o diagnóstico, não justificando seu custo.

Nos casos mais simples, de diagnóstico evidente, a elaboração mental pode ser amplamente simplificada pela utilização de esquemas de diagnóstico. Nestes esquemas, através do quadro de sintomas, são levantadas as causas, origens e as possibilidades de reparação dos problemas patológicos. O esquema diagnóstico ideal deve atender aos seguintes requisitos:

- . Cada quadro de sintomas só pode ser classificado num lugar.
- . Qualquer quadro de sintomas encontra um lugar.
- . Observadores diferentes sempre concluem pela mesma classificação.

Ocorre, no entanto, que embora sejam conhecidos certos fenômenos, relações causais, conexões significativas, não podemos almejar classificar todos os problemas patológicos tão rigorosamente. A tentativa de esquematização não se defronta somente com um deficiente grau de conhecimento técnico e científico. Muitas vezes problemas patológicos diferentes ocorrem de forma combinada ou apresentam manifestações semelhantes, dificultando, ou impossibilitando, a utilização de esquemas de diagnóstico.

Confirmando as dificuldades enumeradas, existem casos em que mesmo esgotando-se todas as fontes para o levantamento de dados, não se consegue elaborar o diagnóstico. Nestes casos, em que subsistem algumas hipóteses possíveis, o diagnóstico definitivo pode ser elaborado a partir das respostas do edifício a algum tipo de intervenção decidido em função de um diagnóstico ainda provisório.

O primeiro contexto citado, onde podem ser utilizados esquemas de diagnóstico, é de certeza: os fenômenos são amplamente conhecidos e a otimização dos resultados é uma simples questão de aplicação dos conhecimentos. O segundo contexto, onde se lança mão dos testes de intervenção, é o da incerteza pois, apesar de utilizar das todas as técnicas de levantamento de subsídios, permanece a dúvida.

Entre dois extremos pode ser encontrada uma enorme gama de casos com variados graus de certeza na formulação do diagnóstico. Isto nos leva a associar a cada diagnóstico formulado a noção de que existe uma probabilidade de sua correção ou, em outras palavras, a noção de que todo diagnóstico envolve um risco de incorreção.

A partir desta constatação, o objetivo final do processo deixa de ser entendido como a certeza do diagnóstico, mas sim um diagnóstico muito provável.

5. A DEFINIÇÃO DA CONDUTA A SER SEGUIDA

5.1. As hipóteses de evolução futura e as alternativas de intervenção

Estabelecido o diagnóstico do problema patológico, o técnico está de posse do conhecimento geral do processo e, portanto, deve preparar sua intervenção.

Antes da definição da conduta propriamente dita a ser tomada, a partir do diagnóstico são levantadas as hipóteses de evolução futura do problema. A esse conjunto de hipóteses damos o nome de prognóstico. Através do prognóstico não se pretende chegar a uma única previsão do futuro mas sim às alternativas possíveis de desenvolvimento do problema. Percebe-se que é impossível prever fenômenos que ainda estão por ocorrer sem ter claro que está se tratando de possibilidades e não de certezas.

Enquanto o diagnóstico é uma atividade unitemporal de avaliação de uma situação verificada em determinado instante do processo, o prognóstico é multitemporal,

devendo o técnico vaticinar, com base em determinados parâmetros, a evolução do caso ao longo do tempo.

O prognóstico é baseado em dados fornecidos pelo tipo de problema, pelo seu estágio de desenvolvimento, pelas características gerais do edifício e pelas condições de exposição a que está submetido. Entram em consideração, portanto, o quadro de evolução natural do problema, as circunstâncias em que ele porventura se apresente, o terreno sobre o qual se desenvolve e os cuidados e condições que rodeiam o edifício.

A elaboração mental que conduz à formulação do prognóstico pressupõe a síntese dos parâmetros citados dentro de um quadro geral; a comparação deste quadro com casos semelhantes permite delimitar o campo dos possíveis cursos do problema patológico. Esta comparação e os conhecimentos que o técnico possui da fenomenologia dos problemas patológicos, seus processos físicos e químicos de evolução, podem permitir a inferência do seu desenvolvimento em função das variáveis dinâmicas intervenientes.

O interesse pela previsão do desenvolvimento dos problemas patológicos existe para os casos simples, de diagnóstico e reparo evidentes, mas este interesse é ainda maior para os problemas mais complexos, com especial ênfase para aqueles cuja possibilidade de resolução completa é remota. A avaliação do futuro desenvolvimento do problema patológico, quando corretamente executada, pode graduar a possibilidade que se alcance o objetivo inicial do processo, que pode ser simples como é eventualmente o desaparecimento de um sintoma, ou mais complexo como é a reestruturação radical do modo como trabalha o edifício. Existem casos, dependendo das características do edifício, do tipo de problema e do seu estágio de evolução, que podem exigir a reformulação do objetivo inicial no sentido de que o problema simplesmente tenha sua progressão controlada. Em alguns casos, e conforme o prognóstico, o que se pode almejar é que a situação não piore.

Existem problemas patológicos, por outro lado, que praticamente não permitem qualquer tipo de intervenção, conduzindo o edifício num maior ou menor prazo no sentido do fim de sua vida útil. Nestes casos, de prognóstico pessimista quanto à evolução de problema, uma distinção terminológica deve ser feita quanto à expressão "prognóstico ruim". Muitas vezes é utilizada a expressão "prognóstico ruim" quando uma evolução desfavorável é prevista. Nestes casos, se for inevitável a perda do edifício, o prognóstico estava correto, e portanto segundo Chastang [15] era bom e não "ruim". Ainda segundo Chastang, deve ser evitada a confusão entre o ato de prever e o resultado da previsão.

Formulado o diagnóstico e o prognóstico de um dado problema, passa-se à fase de elaboração das alternativas de intervenção possíveis.

Na fase de levantamento de subsídios é a técnica de observação e utilização dos instrumentos que condiciona a eficiência. Para o diagnóstico é a sensibilidade para a interpretação e a capacidade de análise e entendimento dos fenômenos que são imprescindíveis. A fase de levantamento das alternativas de intervenção possíveis exige do técnico, além do conhecimento da tecnologia de intervenção disponível, uma grande parcela de criatividade. É através desta criatividade que o técnico, a partir de determinados parâmetros e a partir do seu conhecimento, imagina e formaliza alternativas de conduta ou, mais particularmente, de intervenção que são posteriormente julgadas e hierarquizadas.

5.2. A decisão do que fazer

Inicialmente, para que possa haver uma decisão deve existir um alvo, ou seja, uma situação desejável em relação à qual o problema e sua extensão é definido. No diagnóstico da situação é estabelecida a diferença entre a situação observada e a situação desejada, a diferença entre o desempenho real e o requerido, em suma, entre um objeto e o seu modelo. No diagnóstico identifica-se o desvio, em seguida levantam-se as alternativas de intervenção possíveis e, finalmente, dentre as

ações possíveis é escolhida aquela mais adequada para reduzir ou eliminar o desvio percebido.

O diagnóstico da situação é guiado essencialmente pelo desempenho requerido, pelo modelo estipulado. A fase de definição da conduta, no entanto, tem condicionantes mais amplos, sendo o desempenho ideal requerido apenas um norte genérico. Na fase de avaliação e escolha, as ações imaginadas são hierarquizadas pelo julgamento de suas possíveis consequências. A escolha racional recai na ação ou na série de ações que, em vista da incerteza e dos riscos preencha da melhor forma os critérios estabelecidos. A decisão final é guiada pela procura do melhor desempenho possível, dentro do menor custo alcançável. Resumindo, a decisão é baseada na relação custo/benefício de cada uma das alternativas, obedecendo um desempenho final mínimo requerido. Estabelecer um desempenho mínimo aceitável significa que, no caso de nenhuma solução satisfatória ser encontrada, a decisão pode ser a de retornar à fase de diagnóstico, na busca de soluções melhores.

A definição da conduta envolve, da mesma forma que o diagnóstico, um processo rico de elaboração mental que culmina numa decisão que tem associada, necessariamente, alguma incerteza sobre os efeitos da ação escolhida. A essência de uma decisão é a de que é tomada dentro de um universo probabilístico e, portanto, envolve um risco relativo à incerteza. Esta incerteza pode ser debitada ao próprio ato de elaboração mental e também ao grau de conhecimento e certeza que está associada a cada alternativa em termos dos seus efeitos.

A definição da conduta é feita levando-se em conta três parâmetros básicos que são associados a cada alternativa de intervenção:

- . Grau de incerteza sobre os efeitos.
- . Relação custo/benefício.
- . Disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços.
- . Grau de incerteza sobre os efeitos

Toda alternativa tem associado um grau de incerteza quanto a seus efeitos. Consequentemente, podemos associar a cada uma das possíveis intervenções uma probabilidade quanto à eficiência do resultado. Esta probabilidade está diretamente relacionada com a incerteza de correção do diagnóstico e com a eficiência demonstrada pelo tipo específico de intervenção em casos semelhantes.

Cabe ressaltar, portanto, a importância da retroalimentação do sistema a partir da divulgação de casos reais, que será analisada no item 6, no sentido de propiciar uma base mais segura de decisão pela conduta mais adequada em cada nova situação.

. Relação custo/benefício

O estudo dos custos das alternativas de intervenção parte de uma constatação importante. Qualquer que seja a origem ou a natureza do problema patológico, o custo da tarefa de resolver o problema, somado ao custo da construção falha original é sempre maior do que seria o custo de uma construção que tivesse um desempenho satisfatório.

As alternativas de intervenção devem ser comparadas tanto em termos dos custos envolvidos, como em termos do desempenho do edifício ao longo do tempo que cada alternativa propicia. Em outras palavras, é necessário o confronto dos benefícios que possam ser auferidos tanto em termos instantâneos como no decorrer do restante da vida útil do edifício.

. Disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços

Estimado o grau de incerteza e a relação custo/benefício de cada uma das alternativas de intervenção, é necessário o levantamento dos recursos tecnológicos en-

volvidos na execução dos serviços propostos em cada uma das alternativas. São englobados no conceito de recursos tecnológicos, a técnica requerida dos responsáveis pela execução e os materiais e equipamentos necessários.

Todas as dificuldades para a correta execução das obras de engenharia também são válidas para os serviços necessários à resolução de um problema patológico, com o agravante de que a ocorrência de falhas na execução destes serviços pode gerar novas agressões que, eventualmente, complicam, exarcebam ou mesmo eternizam o problema original.

Em consequência do que foi exposto, a definição da conduta a ser seguida deve levar em conta, além do grau de incerteza quanto à eficiência e a relação custo/benefício de cada uma das alternativas, o confronto entre a tecnologia requerida e a disponível para a execução dos serviços. O nível necessário de qualificação da mão de obra e sofisticação dos materiais e equipamentos, é um fator de hierarquização das alternativas de intervenção em vista das carências da Indústria Brasileira da Construção.

6. A RETROALIMENTAÇÃO DO PROCESSO E A CONTRIBUIÇÃO DO CASO PARTICULAR PARA O DESENVOLVIMENTO DA PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

Equacionando o problema patológico, adotada a conduta, passa-se à ação propriamente dita. Qualquer intervenção executada no edifício produz efeitos quanto ao seu desempenho. O acompanhamento do edifício após a intervenção, a confrontação entre os efeitos provocados e os esperados, é fonte de novas informações que retroalimentam o processo.

O processo de resolução de um problema patológico pode, portanto, ser representado sob uma forma circular.

Este modelo do processo, baseado num círculo de informação-decisão-ação-informação-decisão, torna possível o entendimento das propriedades de auto-aprendizagem do processo e, conseqüentemente, das possibilidades metodológicas de aperfeiçoamento das decisões.

Através do sistema de avaliação e checagem dos efeitos das decisões em termos do desempenho do edifício, é possível dirimir as incertezas inerentes à formulação do diagnóstico e à definição da conduta e, eventualmente, corrigir erros cometidos no processo do tratamento, otimizando-se o desempenho final obtido.

Este contínuo processo de avaliação e checagem passa, no momento em que se avalia que o desempenho obtido já esteja otimizado, a não fazer parte do processo de resolução do problema patológico, transformando-se, durante o restante da vida útil do edifício, em inspeções periódicas no contexto da manutenção deste edifício.

Resolvido o caso individual, o procedimento genérico ainda não está concluído pois o conhecimento adquirido deve ser direcionado no sentido do desenvolvimento global da Patologia das Construções. A Patologia das Construções pode se desenvolver basicamente a partir do conhecimento teórico cada vez maior dos fenômenos naturais e a partir da divulgação dos conhecimentos práticos obtidos no tratamento de cada tipo de problema patológico.

Configurada a necessidade de que o conhecimento técnico e científico não se restrinja ao técnico envolvido, a sua divulgação pressupõe a formalização por escrito da história do problema e de sua solução. Pretende-se com este registro não a narração literária de fatos e fenômenos físicos mas a síntese do conhecimento técnico e científico empregado e principalmente adquirido no processo de resolução do problema.

Este registro se constitui na fonte mais segura para a obtenção de dados estatísticos sobre as manifestações e incidência dos problemas patológicos, assim como

da eficiência dos diversos tipos de tratamento. Estes dados, conforme salientado anteriormente no item 5.2, são subsídios essenciais para o diagnóstico de casos semelhantes e para a definição, nestes casos, da conduta terapêutica mais eficiente.

Da análise feita, podemos concluir que se todos os processos de tratamento de edifícios fossem, independente do grau de êxito, registrados e divulgados, o conhecimento da Patologia e a capacidade geral de resolução dos problemas seria enormemente ampliada. Ocorre, no entanto, que, de um lado uma grande parte dos edifícios com problemas não são tratados segundo uma metodologia científica e individualizada passível de registro, e de outro, uma parte dos edifícios tratados corretamente não têm a história do tratamento divulgada. Em consequência disso, são ínfimos, ao menos no Brasil, os dados estatísticos a respeito dos problemas patológicos e sobre o seu tratamento.

7. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: CASOS

A metodologia apresentada não é específica e nem restrita a algum tipo particular de problema patológico. Ao inverso, esta metodologia pode, em suas linhas básicas, ser estendida à resolução de qualquer situação em que os edifícios não estejam apresentando desempenho satisfatório.

São apresentados a seguir diversos problemas patológicos acontecidos na realidade e cujo processo de resolução foi relatado pelos diferentes técnicos envolvidos segundo critérios científicos e seguindo a metodologia proposta.

CASO 1 - Descolamento de pastilhas da fachada de um grande Shopping Center em São Paulo [16]

O processo a seguir apresentado, de recuperação de Shopping Center cujas pastilhas da fachada se encontravam em processo de descolamento, é o resumo de parecer técnico elaborado a partir de solicitação do proprietário, premido pelo risco que este deslocamento representava para a segurança dos usuários.

Vistoria

- Pastilhas cerâmicas que compõem a fachada se descolam em grandes placas ameaçando a segurança de transeuntes e automóveis.
- Áreas onde aconteceram os descolamentos situam-se nas fachadas onde ocorre a ação mais intensa da insolação direta ou nas regiões contíguas às juntas de dilatação.
- Além das áreas onde ocorreu o descolamento, outras apresentavam som cavo à percussão.
- Processo de assentamento das pastilhas com papel perfurado colado à face interna da pastilha.
- Utilização de argamassa adesiva com tonalidade especial.

Anamnese:

- Foi estudado mapa já elaborado onde eram indicadas as áreas afetadas e as áreas de descolamento potencial por apresentarem som cavo à percussão.
- O edifício foi construído aproximadamente dez anos antes da vistoria. Há aproximadamente seis meses todo o revestimento da fachada foi refeito, sendo que há um mês começaram a ocorrer os descolamentos.
- Contato com os fabricantes da pastilha e da argamassa adesiva indicou que a argamassa adesiva utilizada foi feita sob encomenda devido à tonalidade especial.
- O manual do fabricante de pastilhas indica a recomendação do uso de argamassa adesiva quando a base é em emboço desempenado.

Exames Complementares:

- "In Loco" - Ensaios de arrancamento das pastilhas em diversos locais mostraram que, mesmo nos locais que apresentavam som cavo, a força de arrancamento necessária é relativamente grande, devido ao fenômeno do encunhamento das juntas.

- Em Laboratório

- A caracterização de amostras de argamassa adesiva similares às usadas na obra mostrou resultados satisfatórios de resistência de aderência.
- A caracterização das pastilhas cerâmicas usadas demonstrou serem elas de boa qualidade. Ocorre que estas apresentaram uma película de cola de amido sobre a superfície dos furos.
- Foram feitos ensaios de simulação de desempenho a partir de materiais, componentes, e técnica de assentamento similares aos usados na obra. Foram realizados os seguintes ensaios de aderência, utilizando-se a mesma base:
 - Pastilha com papel perfurado no verso; argamassa adesiva similar à usada na obra.
 - Pastilha sem papel perfurado no verso e sem a película de cola de amido; argamassa adesiva similar à usada na obra.
 - Pastilhas com papel perfurado no verso; argamassa adesiva reconhecidamente eficiente.
 - Pastilha sem papel perfurado no verso e sem a película de cola de amido; argamassa adesiva reconhecidamente eficiente.

O resultado destes ensaios mostrou não haver diferença na aderência quanto à argamassa adesiva empregada. O mesmo não pode ser dito quanto à existência do papel perfurado entre a pastilha e a argamassa, ocorrendo no caso da existência do papel perfurado e da película da cola de amido uma sensível diminuição da aderência.

Diagnóstico:

O descolamento das pastilhas ocorreu nos locais em que concomitantemente existia uma aderência deficiente e esforços solicitantes de maior intensidade. Os esforços solicitantes maiores ocorrem nas fachadas submetidas à insolação direta e nas áreas contíguas às juntas de dilatação da estrutura. A aderência deficiente pode ser debitada à própria tecnologia de produção e assentamento das pastilhas. Dois fatores podem ser ressaltados como básicos.

1. Diminuição da área máxima de contato para 50% da área possível (se não houvesse o papel perfurado).
2. Existência de uma película de cola de amido sobre a pastilha na região dos furos, película esta que dificulta a aderência.

Conduta Recomendada:

Recuperação da fachada pelo reassentamento das pastilhas tanto nas áreas em que houve o descolamento das pastilhas, como nas áreas onde, através do resultado de ensaios de percussão, se concluiu pela existência de um grande potencial de descolamento.

Descartou-se a necessidade do reassentamento das pastilhas de todas as fachadas, apesar da possível aderência inadequada, pela existência do efeito do encunhamento das pastilhas, que dificulta o seu descolamento.

No processo de reassentamento das pastilhas foi proibida a utilização de papel perfurado na face de aderência, com resultados excelentes.

CASO 2 - Fissuração em paredes de alvenaria de bloco sílico-calcário em edifícios de conjunto habitacional da Cidade de Campinas [17]

O processo a seguir apresentado, de recuperação de conjunto habitacional cujos edifícios apresentavam grande incidência de fissuras nas juntas da alvenaria, é o resumo de parecer técnico elaborado a partir de solicitação da construtora, que por sua vez atendia à queixa dos usuários e intimação dos poderes públicos:

Vistoria:

- . Características e posicionamento das fissuras constantes nos diversos edifícios.
- . Fissuras em maior incidência nas fachadas mais comprometidas pelos agentes atmosféricos.
- . Abertura das fissuras da ordem de 0,2 a 0,3 mm.
- . Determinados edifícios apresentavam uma incidência muito maior que outros.
- . Fissuras não apresentavam as características típicas daquelas relacionadas com as causas mais comuns (recalque de fundação, deformação estrutural excessiva e fissuras de origem térmica).
- . Reparos estavam sendo executados utilizando elastômeros sintéticos.

Anamnese:

- . Contato com construtora demonstrou que a tecnologia utilizada não havia sido adaptada às condições brasileiras.
- . Contato com o detentor da tecnologia do processo construtivo também demonstrou que esta não estava completamente dominada.
- . Levantamento das condições climáticas durante a construção de cada um dos edifícios demonstrou uma correlação marcante entre a agressividade do meio na época da construção e uma maior incidência das fissuras do edifício construído.
- . O levantamento da incidência dos problemas foi feito pela construtora e baseado em reclamações dos usuários quanto à perda da estanqueidade. Este tipo de metodologia foi empregado devido à dificuldade na visualização das fissuras que tinham pequena abertura.
- . O problema já tinha sido objeto de diagnóstico incorreto. A causa apontada havia sido a retração da argamassa. Esta causa não foi considerada procedente uma vez que a utilização de argamassa semelhante, na mesma região, em obras utilizando outros tipos de blocos não apresentou problemas.

Exames Complementares:

- . Não foram realizados por se considerar que a tecnologia não era suficientemente dominada o que provocava a necessidade de pesquisa bibliográfica e tecnológica.

Pesquisa:

- . Através de pesquisa de bibliografia estrangeira verificou-se que a tecnologia construtiva deve ser adaptada às características climáticas locais e à característica dos edifícios.
- . Realizou-se pesquisa experimental da caracterização da argamassa empregada e do bloco sílico-calcário existente no mercado.
- . Realizou-se pesquisa de avaliação de desempenho da interação do bloco com diversos tipos de argamassa.

Diagnóstico:

- . Foi considerado como causador básico da fissuração o fenômeno da retração na secagem da alvenaria. Este fenômeno foi maximizado pela conjugação de diversos fatores, entre os quais:
 - . Composição inadequada da argamassa (alto módulo de elasticidade e baixa capacidade de retenção de água).
 - . Utilização de blocos previamente umedecidos.
 - . Condições ambientais adversas na época da construção (época excessivamente quente e com alto índice pluviométrico).

Conduta Recomendada:

- . Recobrimento de todo o pano das paredes com uma tinta de características elásticas.
- . Nos locais onde as fissuras têm abertura superior à capacidade da tinta de recobri-las, deve-se retirar (por raspagem) uma camada de 1,5 cm da argamassa e substituí-la por outra suficientemente elástica.
- . Utilização de elastômeros sintéticos somente em fissuras de grande abertura.

CASO 3 - Corrosão das armaduras dos brises da fachada de edifício em Recife [18]

O processo a seguir apresentado, de recuperação de edifício público cujos brises das fachadas se apresentavam generalizadamente fissurados e com manchas ferruginosas, é o resumo de parecer técnico elaborado a partir de solicitação do órgão público proprietário do edifício.

Vistoria:

- . O número total de brises é de aproximadamente quatro mil, variando em suas formas (sete formatos) e variando ainda em suas dimensões.
- . Basicamente a estrutura dos brises é constituída de:
 - . Uma parte externa (moldada) executada em concreto armado convencional.
 - . Uma parte central, executada em concreto celular, também com armadura de sustentação.
- . Foi verificada a presença de manchas ferruginosas distribuídas em todos os brises.
- . Maior incidência de manchas nos brises localizados em áreas de menor insolação e pequena ventilação.
- . Embora os brises fossem de formas geométricas distintas, as manchas se apresentavam com aspecto e localização semelhantes.
- . As manchas apresentavam-se pontuais ou escorridas na direção vertical, situando-se, de preferência, na moldura e junção do concreto celular.
- . O problema foi também constatado em brises guardados no depósito.

Anamnese:

- . Os brises foram fabricados em São Paulo e transportados, via rodoviária, para Recife.
- . A colocação dos brises, em algumas partes do edifício, foi feita concomitantemente à execução do revestimento de pastilhas. Este fato acarretou que o banho de solução de ácido muriático a 5%, utilizado nas pastilhas atingisse uma parte dos brises. Em outras partes do edifício o fato ocorreu em menor escala, ocorrendo situações em que os brises foram montados depois da execução do revestimento em pastilhas. Em todos os casos, no entanto, teve-se de fazer os arremates finais do acabamento nas paredes onde os brises são montados na es-

- 17-05-2000
- estrutura, quando novamente foi utilizada a solução de ácido muriático.
- . Todos os brises receberam, no local, um revestimento de argamassa de cimento como acabamento externo.
 - . O fenômeno do aparecimento da ferrugem foi observado com a chegada das chuvas.
 - . A umidade relativa do ar no local do edifício é basicamente alta, assim como a temperatura.

Exames Complementares:

- . Foi coletado um brise para exames complementares em laboratório.
- . Resistência à compressão de amostra coletada de concreto celular apresentou o valor médio de: $f_{cj} = 0,9$ MPa.
- . Concreto celular: volume de vazios 60%, massa específica $1,45 \text{ kg/dm}^3$; concreto normal: volume de vazios 16%, massa específica $2,57 \text{ kg/dm}^3$.
- . O concreto celular apresentou uma resistividade inferior à do concreto comum nas condições iniciais do ensaio. Ao final do quarto dia de exposição a um ambiente de baixa umidade relativa (22 a 37%), a resistividade praticamente quintuplicou o seu valor, e tornou-se quase duas vezes maior do que a do concreto comum.
- . O cobrimento das armaduras, tanto nas partes de concreto normal quanto no concreto celular, é basicamente irregular, variando de 0,4 cm a 2,0 cm.
- . pH potenciométrico do concreto celular era da ordem de 9,3 e do concreto normal de 11,8 a 12,1.
- . Todas barras de armaduras apresentavam corrosão superficial e alta resistência à tração (superiores ao aço CA-60).
- . Foi constatada a presença de sulfetos na amostra de concreto celular.

Diagnóstico:

- . A ocorrência da corrosão das armaduras dos brises deve ser atribuída às características do concreto celular. Este não é capaz de oferecer uma proteção ao aço do mesmo tipo que um concreto normal oferece quando exposto às condições atmosféricas agressivas observadas no local.
- . A corrosão nas partes executadas em concreto comum deve ser atribuída à espessura insuficiente do cobrimento do concreto, normalmente inferior a 1,5 cm.
- . Os compostos agressivos decorrentes da lavagem de pastilhas com ácido muriático podem ter acelerado o processo de corrosão, porém a não utilização desse ácido não implica em que a corrosão não viesse a correr.

Conduta Recomendada:

- . Substituição dos brises atuais por brises de outro material (que não o concreto celular) resistente ao ambiente, ou
- . Substituição dos brises por outros integralmente constituídos de concreto celular porém com armaduras não susceptíveis à corrosão.

CASO 4 - Corrosão das instalações de água fria e quente de edifício da cidade de São Paulo [19]

O processo a seguir apresentado, de recuperação de edifício cujas instalações de água fria e quente apresentavam trechos de corrosão e vazamento, é o resumo de parecer técnico elaborado a partir de solicitação do condomínio do edifício.

Vistoria:

- . Edifício tem onze andares tipo, com dois apartamentos por andar. Cada aparta-

tamento é composto por sala, três dormitórios, dois banheiros, copa/cozinha, área de serviço, quarto e banheiro de empregada.

- . O sistema de aquecimento da água é centralizado em caldeiras localizadas no sub-solo.
- . A tubulação de água fria é de aço galvanizado e a de água quente de cobre, ambas embutidas em parede de alvenaria de tijolo revestida com placas de resina melamínica (fôrmica). Este tipo de revestimento dificulta a rápida percepção do problema. Em geral quando se percebe o problema a tubulação já apresenta problema de vazamento significativo.
- . Os vazamentos na tubulação de água se manifestam por escorrimento no pé da parede e pela deformação e descolamento do revestimento de fôrmica.
- . A tubulação de cobre estava eletricamente conectada à tubulação de aço galvanizado nos pontos de mistura da água para os chuveiros, banheiros e bidês.
- . A corrosão nos tubos de aço galvanizado manifestava-se em pontos aleatórios ao longo da tubulação. Algumas das regiões corroídas estavam próximas às regiões de conexões, outras estavam mais próximas às tubulações de cobre.
- . A parede era heterogênea, do ponto de vista dos materiais constituintes, existindo trechos em tijolos assentados com argamassa e trechos de concreto. A tubulação atravessava essas regiões e a corrosão se manifestava preferencialmente na superfície em contato com os tijolos.

Anamnese:

Foram coletadas as seguintes informações prestadas por moradores do edifício:

- . Alguns proprietários, independentemente da reforma geral do prédio, substituíram as tubulações dos ramais que eram de aço galvanizado por cobre.
- . Ocorreu a troca de parte da tubulação da prumada dos banheiros. A tubulação, que era de aço galvanizado, foi substituída por cobre num trecho de aproximadamente cinco metros. Esta substituição ocorreu entre os 3º e 4º andares.

Diagnóstico:

A tubulação de aço galvanizado do edifício apresentava corrosão na sua superfície externa devido, basicamente, a três fatores:

- . Presença de umidade devido a microvazamento nas juntas.
- . Contato dos tubos com meio heterogêneo.
- . Aceleração do processo devido ao contato elétrico do tubo de aço galvanizado com tubo de cobre.

Conduta Recomendada:

Duas alternativas de conduta são possíveis:

1. Recuperação da tubulação de aço galvanizado existente, implicando na desmontagem, limpeza, substituição dos tubos corroídos e nova montagem, observando-se os seguintes cuidados:
 - . Assegurar perfeita vedação das juntas das conexões e realizar ensaio de verificação da estanqueidade da tubulação aplicando, antes dela ser coberta com argamassa, pressão hidrostática de valor igual a 1,5 vezes a maior altura manométrica verificada por prumada.
 - . No caso das paredes constituídas de materiais diferentes (argamassa, tijolos, blocos de concreto), cobrir a superfície sobre a qual será assentada a tubulação com argamassa igual àquela que será depois utilizada para embuti-la, de modo que a tubulação fique em contato com apenas um tipo de material.

- . Assegurar a isolação elétrica entre os tubos de aço galvanizado e os tubos de cobre.
- 2. Substituição integral da tubulação existente por outra, a partir de um novo projeto de acordo com as prescrições da norma NBR 5626 (instalações prediais de água fria). A nova tubulação pode ser constituída por:
 - . Materiais não metálicos (tubos de PVC)-
 - . Materiais não ferrosos (tubos de cobre).

CASO 5 - Manifestações de umidade, água corrente, bolor e retorno de espuma em ambientes sanitários de edifício residencial de São Paulo [20]

O processo a seguir apresentado, de recuperação de edifício de alto padrão cujos ambientes sanitários apresentavam inúmeras manifestações patológicas, é o resumo de parecer técnico elaborado a partir de solicitação do condomínio do edifício.

Vistoria:

- . Escorrimento de água no tubo de ventilação de alguns banheiros nobres do edifício.
- . Formação de bolor no forro falso destes banheiros.
- . Furos no forro falso em alguns apartamento.
- . Diversidade de materiais empregados na rede de esgotos:
 - . Tubo de ventilação - PVC.
 - . Ramais - ferro galvanizado.
 - . Caixa sifonada - cobre.
 - . Tubo de queda - ferro fundido.
- . Foi verificado que o rejuntamento do ralo com as placas do piso (que são de grandes dimensões) foi mal executado.
- . Os problemas surgiram em dois banheiros contíguos de cada apartamento, um dos quais foi projetado prevendo-se apenas uma ventilação indireta sobre o teto do banheiro a partir da fachada. Na vistoria verificou-se a inexistência desta abertura na fachada.

Anamnese:

- . A partir do projeto foram elaborados os croquis dos ambientes sanitários orientando a vistoria.
- . Verificou-se que a construtora, que tinha um grande porte e era bem conceituada, a época da execução do edifício se encontrava em estado pré-insolvência.
- . Verificou-se que nos apartamentos em que não havia a utilização do banheiro de ventilação indireta os problemas não se manifestavam.
- . A situação havia sido objeto de intervenções que procuravam atuar nas tubulações de esgoto e água fria, sem sucesso.
- . Através de consulta aos usuários dos apartamentos do primeiro andar verificou-se ser comum o fenômeno do retorno da espuma nas instalações na área de serviço e cozinha.

Diagnóstico:

- . A questão das manifestações ocorridas nos forros falsos dos banheiros pode ser debitada à deficiência de ventilação. O vapor libertado na utilização do chuveiro, ao percorrer o teto do banheiro contíguo, entra em contato com elementos com menor temperatura (o tubo de ventilação, as caixas de luz) e se condensa. Este problema é sensivelmente agravado pela inexistência de abertura na fachada para a saída do vapor.

- . A utilização de materiais diferentes na rede de esgoto provoca o surgimento de diferenças de potencial, principalmente entre o ferro galvanizado e o cobre. Este fenômeno, que tende a provocar a corrosão, ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento durante a vistoria.
- . O retorno de espuma no primeiro pavimento pode ser debitado à falha de projeto de instalações por não particularizar o sistema de esgotos deste pavimento, levando em conta o fenômeno da sobre-pressão positiva.

Conduta Recomendada:

- . Criação de um SHAFT de ventilação dos banheiros, dimensionando para retirar o vapor gerado; evitando-se assim o fenômeno da condensação.
- . Troca dos componentes do sistema de esgoto para PVC, a menos dos tubos de queda, que se encontravam em bom estado.
- . Reprojetar e reconstruir o sistema de esgoto do primeiro pavimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] REYGAERTS, J.G. & GASPER, M.B. & DUTORDOIR, C. 1.200 Problems - CSTC Revue, Bruxelles, (3):2-6, sept. 1976.
- [2] _____ et alif. Comment éviter les dégats. CSTC Revue, Bruxelles, (3):3-10, sept. 1978.
- [3] BONSHOR, R.B. & HARRISON, H.W. Quality in traditional housing; an investigation into faults and their avoidance. London, Her Majesty's Stationery office, 1983. v.i. (Building Research Establishment Report).
- [4] ASSOCIATION POUR L'ÉTUDE DE LA PATHOLOGIE ET DE L'ENTRETIEN DU BÂTIMENT (EPEBAT). L'état de santé des bâtiments. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Paris, 252 (1944), sept. 1984.
- [5] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Patologia na Construção; programa de coleta de informações. São Paulo, 1981 (Relatório nº 14754).
- [6] BUILDING pathology. CIB Information, Rotterdam (84-6):6-7, 1984.
- [7] REYGAERTS, J. Diagnostic des cas de pathologie du bâtiment. CSTC Revue, Bruxelles, (4):11-15, dec. 1980.
- [8] HELENE, P.R.L. Patologia do Concreto. São Paulo, 1983. (Palestra proferida no curso Diagnóstico de Falhas das Edificações).
- [9] COMITÉ EURO INTERNACIONAL DU BETON (CEB). Durability of Concrete Structures; state of the art report. Paris, 1982. (Bulletin d'Information nº 148).
- [10] ELDRIDGE, H.J. Common defects in buildings. London, Her Majesty's Stationery Office, 1976.
- [11] AKUTSU, M. & LOPES, D. Simulação do desempenho térmico das edificações. Construção São Paulo. São Paulo, (1897):13-16, 18/6/84. (Tecnologia de Edificações 30).
- [12] MELVILLE, I.A. & GORDON, I.A. The repair and maintenance of houses. Londo, The Estates Gazette, 1973.
- [13] CAVALCANTE, M.S. Deterioração biológica e preservação de madeiras. São São Paulo, IPT, 1982.

- [14] RENAUD-SALIS, J.L. The decision - making systems and process. Bull. Câncer, Paris, 67 (4):365-368, 1980.
- [15] CHASTANG, C. & AUQUIER, A. & GREMY, F. Prognostic knowledge; interest and methods. Bull. Câncer, Paris, 67 (4):430-436, 1980.
- [16] SABBATINI, F.H. Parecer técnico à empresa privada. São Paulo, 1984.
- [17] —. A retração na secagem de paredes de alvenaria construídas com blocos sílico-calcaríes. São Paulo, 1980. (Seminário de área apresentado a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).
- [18] HELENE, P.R.L. Comunicação verbal. São Paulo, 1985.
- [19] IOSHIMOTO, E. Comunicação verbal: São Paulo, 1985.
- [20] GRAÇA, M.E.A. & GONÇALVES, O.M. Parecer técnico à empresa privada. São Paulo, 1984.

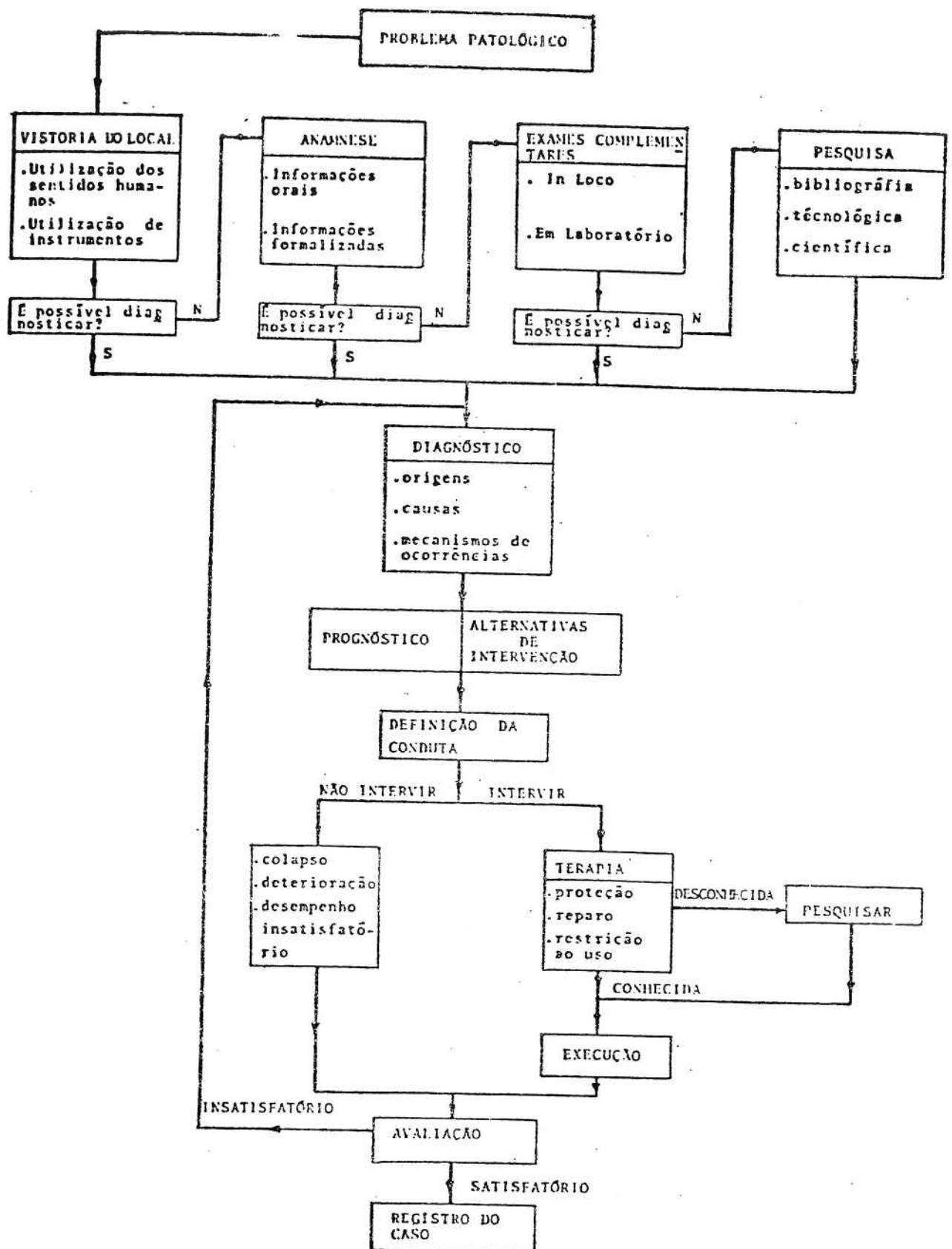


Figura 1 - Fluxograma de atuação para a resolução dos problemas patológicos.

Tabela 1 - Exames complementares normalmente utilizados para a resolução de problemas patológicos.

In loco	Método IPT	Avaliação da permeabilidade	Método IPT
Não Destrutivos	- Avaliação da resistência à compressão do material	- Aplicação de água sob pressão, impedindo-se sua saída que não seja através da peça; medida da quantidade de água que penetra.	- Escalerometria
	- Estrutura interna dos elementos de concreto	- Velocidade de propagação de ondas de frequência superior a 20Kc.	- Ultrassonografia
		- Passagem de irradiação que impressiona filme colocado no lado oposto do elemento.	- Gamagrafia
		- Passagem de raio-X que impressiona filme colocado ao lado oposto do elemento.	- Raio-X
	- Avaliação do comportamento tensão/deformação de estruturas	- Aplicação de cargas à estrutura e medida das deformações correspondentes.	- Prova de carga
	- Avaliação da aderência revestimento-base	- Máquina percussiva na parede, calibrada para uma frequência sonora correspondente a uma boa aderência.	- Sonometria
	- Avaliação da corrosão interna e incrustações em tubulações	- Passagem de sonda através das tubulações.	- Endoscopia
	- Avaliação do conforto higrotérmico	- Medida de temperatura ao longo do tempo.	- Termometria
		- Medida de umidade ao longo do tempo.	- Higrometria
		- Medida de velocidade de ventos ao longo do tempo.	- Anemometria
Destrutivos	- Avaliação do conforto acústico.	- Medidas acústicas	- Medidas acústicas
	- Avaliação do conforto luminoso	- Medidas luminosas	- Medidas luminosas
	- Avaliação da aderência revestimento-base	- Aplicação de força de arrancamento no revestimento até o seu descolamento.	- Aplicação de força de arrancamento no revestimento até o seu descolamento.
	- Determinação das propriedades físicas dos materiais e componentes.	- Levantamento da curva tensão-deformação, módulo de elasticidade, deformação residual.	- Levantamento da curva tensão-deformação, módulo de elasticidade, deformação residual.
		- Medida da resistência mecânica (flexão, compressão, tração, impacto, abrasão).	- Medida da resistência mecânica (flexão, compressão, tração, impacto, abrasão).
		- Medida de aderência.	- Medida de aderência.
		- Medida de permeabilidade, porosidade, absorção de água, densidade.	- Medida de permeabilidade, porosidade, absorção de água, densidade.
		- Determinação da condutibilidade térmica, do coeficiente de dilatação, da condutibilidade elétrica.	- Determinação da condutibilidade térmica, do coeficiente de dilatação, da condutibilidade elétrica.
	- Caracterização química dos materiais	- Análise química elementar	- Análise química elementar
		- Por via úmida - dissolução da amostra e determinação dos elementos (gravimetria, volumetria).	- Por via úmida - dissolução da amostra e determinação dos elementos (gravimetria, volumetria).
Em Laboratório	- Ensaio de caracterização de amostras coletadas das	- Por via instrumental - determinação por instrumentos com base em propriedades físicas dos elementos (raio-X fluorescentes, fotometria de chama, absorção atômica).	- Por via instrumental - determinação por instrumentos com base em propriedades físicas dos elementos (raio-X fluorescentes, fotometria de chama, absorção atômica).
	- Ensaio de avaliação de desempenho a partir de materiais e componentes similares aos usados na obra.	- Análise química dos compostos	- Análise química dos compostos
		- Determinação por instrumentos com base em propriedades físicas das substâncias (difração raio-X, análises térmicas, espectroscopia no infra vermelho)	- Determinação por instrumentos com base em propriedades físicas das substâncias (difração raio-X, análises térmicas, espectroscopia no infra vermelho)
		- Análise da microestrutura	- Análise da microestrutura
		- Determinação da microestrutura baseada na análise da morfologia da substância (fluorescência, microscópio óptico, microscópio eletrônico de varredura e de transmissão).	- Determinação da microestrutura baseada na análise da morfologia da substância (fluorescência, microscópio óptico, microscópio eletrônico de varredura e de transmissão).

Tabela 2 - Agentes de deterioração dos edifícios.

Natureza	Origem	Exterior à Edificação		Interior à Edificação	
		Atmosfera	Solo	Impostos pela Ocupação	Consequência da Concepção
1. Agentes mecânicos					
1.1 Gravidade		Cargas de neve, de água, de chuva	Pressão do solo, de água	Sobrecarga de utilização	Cargas permanentes
1.2 Forças de deformações impostas		Pressão de gelo, dilatação térmica e higroscópica	Escorregamentos, recalques	Esforços de manobra	Retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3 Energia cinética		Vento, granizo, choques exteriores	-	Choques interiores, abração	Impactos de corpo mole
1.4 Vibrações de ruídos		Ruídos exteriores	Sismos Vibrações exteriores	Ruídos interiores Vibrações interiores	Ruídos da edificação Vibrações da edificação
2. Agentes eletromagnéticos					
2.1 Radiação		Radiação solar	-	Lâmpada, radiação nuclear	Painel radiante
2.2 Eletricidade		Raios	Correntes parasitárias	-	Correntes de distribuição
2.3 Magnetismo		-	-	Campos magnéticos	Campos magnéticos
3. Agentes térmicos					
		Reaquecimento, congelamento	Reaquecimento, congelamento	Calor emitido, cigarro	Aquecimento, fogo
		Choque térmico			
4. Agentes químicos					
4.1 Água e solventes		Umidade do ar, condensação, precipitação	Água de superfície Água subterrânea	Ações de lavagem com água, condensações, detergentes, álcool	Águas de distribuição, águas servidas, infiltrações
4.2 Oxidantes		Oxigênio, ozônio, óxidos de nitrogênio	-	Hipoclorito de sódio (água de lavadeira) Água oxigenada	Potenciais eletroquímicos positivos
4.3 Redutores		-	Sulfetos	Agentes combustíveis Amônia	Agentes combustíveis Potenciais eletroquímicos negativos
4.4 Ácidos		Ácido carbônico Escurecimento de passaros Ácido sulfúrico	Ácido carbônico Ácidos húmicos	Vinagre, ácido cítrico Ácido carbônico	Ácido sulfúrico Ácido carbônico
4.5 Bases		-	Calcs	Soda cáustica, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio	Soda cáustica, cimentos
4.6 Sais		Névoa salina	Nitratos, fosfatos, cloretos, sulfatos	Cloreto de sódio	Cloreto de cálcio, sulfatos, gesso
4.7 Matérias inertes		Poeira	Calcário, sílica	Conduras, óleos, tintas, poeira	Conduras, óleos, poeira, sujeira
5. Agentes biológicos					
5.1 Vegetais		Bactéria, grãos	Bactérias, fungos, cogumelos, raízes	Bactérias, plantas domésticas	-
5.2 Animais		Insetos, pássaros	Rodedores, vermes	Animais domésticos	-

