PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS: MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

EDILENE. FRANCA
Engenheira/Projetista
Escala/Engenharia
João Pessoa/Paraíba;Brasil
escala_projetos@hotmail.com

RESUMO

A Engenharia Civil tem se evidenciado pelas novas técnicas apresentadas no decorrer dos anos, no entanto a aplicação dos novos metodos não tem estagnado os problemas relacionados à anomalia das estruturas. As consequências provenientes das doenças das estruturas são inúmeras, visto que, o grau de comprometimento da edificação está diretamente relacionado com a sua solidez, durabilidade e vida útil. O presente trabalho têm o objetivo de revisar os fundamentos teóricos, relacionados a patologia das estruturas e relatar experiência prática demonstrada no estudo de caso. Através da análise realizada da degradação, deterioração do concreto e corrosão do aço, contatou-se que a falta de manutenção é o principal fator de incidência dessas manifestações. Para que se possa ampliar a vida útil da edificação, deve-se aplicar um sistema de prevenção com manutenções periódicas, estabelecidas de acordo com o tipo de estrutura e o grau de agressividade de cada ambiente. A visão de custo com a manutenção preditiva deve ser vista como investimento e valorização do imóvel e não como gastos desnecessario. Diante das analises, pôde-se concluir que dificilmente existe uma só causa para uma manifestação patológica, no mais, o profissional deverá diagnosticar primeiro a causa, ou seja, fazer a anamnese da estrutura e só depois definir a terapêutica a ser aplicada, pois através de um bom diagnóstico pode-se estabelecer a correta terapia.
Palavras-chave: Patologia. Concreto Armado. Estrutura. Manifestações Patológicas. Manutenção.

ABSTRACT

Civil Engineering has been evidenced for the new techniques presented over the years, however the application of the new methods has not stagnated the problems related to the anomaly of the structures. The consequences of structural diseases are numerous, since the degree of impairment of the building is directly related to its solidity, durability and lifespan. The present work has the objective of reviewing the theoretical foundations, related to the pathology of the structures and to report practical experience demonstrated in the case study. Through the analysis of degradation, concrete deterioration and steel corrosion, it was found that the lack of maintenance is the main incidence factor of these manifestations. To extend the lifespan of the building, it is must be applied a prevention system with periodic maintenance, established according to the type of structure and the degree of aggressiveness of each environment. The vision of cost with predictive maintenance should be seen as an investment and a valuation of the property and not as unnecessary expenses. In the face of the analysis, it can be concluded that there is hardly a single cause for a pathological manifestation, in addition, the professional should first diagnose the cause, i. e., make anamnesis of the structure and then define the therapy to be applied, because through a good diagnosis can establish the correct therapy.
Key words: Pathology. Armed Concrete. Structure. Pathological Manifestations, Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil tem se notabilizado pelas novas técnicas apregoadas no decorrer dos anos, no entanto a aplicação dos novos metodos não tem estagnado os problemas relacionados à anomalia das estruturas, que surgem paralelamente com o crescimento da construção civil. A falta de planejamento está diretamente relacionada no desencadear das anomalias o que produz diversos problemas relacionados com falhas de projeto, falta de fiscalização, utilização de materiais inadequados, redução no prazo de conclusão da obra, ausência de manutenção e uso inadequado da edificação. As consequências desses fatores, irão desencadear diversas manifestações patológicas, as quais poderão comprometer sobremaneira a solidez e durabilidade da edificação.

O surgimento das anomailias são ocasionadas pelos seres humanos ou pelas intempéries, que dependo do quadro patológico, podem acarretar insegurança psicológica apenas com comprometimento estético ou dependendo do grau de intensidade e tipologia do fenômeno, sua presença poderá ocasionar sérios danos à estabilidade da estrutura.

Segundo Machado (2002), as manifestações patológicas referentes às fases de planejamento, projeto, fabricação e construção se apresentam no período inferior a dois anos, contudo no decorrer da utilização os problemas podem aparecer depois de muitos anos de construída. Para se atribuir responsabilidades é muito importante identificar em qual fase surgiram os vícios.

Isaacson (2017), descreve que no século XV Leonardo da Vinci, utilizava em seus conceitos a analogia entre o corpo humano e os edifícios, ele foi o primeiro a realizar um estudo sistemático sobre as causas e origens das fraquezas das estruturas, pelo o qual dizia “ Os remédios, quando usados da maneira adequada, restauram a saúde dos inválidos, e um médico fará o uso correto se conhecer a natureza humana. Uma catedral adoentada necessita exatamente do mesmo, de um médico-arquiteto que conheça a natureza dos edifícios e as leis nas quais se baseia a construção correta”.

Com base no pensamento de Isaacson, observa-se que, apesar de naquela época não existir estruturas de concreto armado, já havia a preocupação com as doenças apresentadas nas estruturas, onde as mesmas eram motivo de estudos e inquietação dos sábios do passado.

Desde o advento do concreto armado no século XIX, atribuído a Joseph-Louis Lambot, novas pesquisas e estudos têm sidos realizados, para se debelar os fenômenos inerentes ao desgaste do concreto, contudo, fundamentada na revisão bibliográfica, o concreto ainda é atualmente o material de maior utilização na construção civil e sua composição dentre os materiais (cimento, areia e brita) são as mais diversas.

Ao longo dos anos com o desenvolvimento da tecnologia da construção, os estudos dos diversos tipos de materiais e dos programas automáticos de cálculo, atrelados a técnica de detalhamento das estruturas, têm resultado em análises e diagnósticos mais precisos, na identificação das causas dos fenômenos patológicos.

Dentro dessa realidade a NBR 6118 (2014), vêm incorporando nos seus textos, determinados parâmetros, que envolvem a proteção do concreto armado, visando minimizar alguns fenômenos patológicos, em determinado tempo de vida útil da estrutura, que tendem a se manifestar, algumas vezes precocemente, comprometendo o uso a que se destina. Dentro desse contexto o ramo da Patologia das Estruturas, tem trazido inúmeras contribuições, para o meio técnico, com uma gama de conceitos, relacionada a doenças das estruturas.

O presente artigo têm a finalidade de descrever algumas manifestações patológicas apresentadas nas estruturas de concreto armado em edificações localizadas na cidade de João Pessoa – PB; demostrar métodos e técnicas que poderão ser aplicados para debelar algumas anomalias e restabelecer a edificação através de reparos, recuperação e reforço estrutural, como também, levar ao meio técnico a correta definição do termo Patologia, que significa o “estudo da doença”, visto que, Patologia não se vê e sim se estuda.

1.1 Conceito de patologia

O termo patologia é derivado do grego (*pathos* – doença, e *logos* – ciência, estudo) e significa "estudo da doença". Na área da saúde significa, "parte da medicina que se ocupa das doenças, suas origens e sintomas em seres humanos" (SOUZA; RIPPER, 1998).

1.2 Sintomas patológicos

Os sintomas são manifestações externas que nos permitem visualizar de forma inicial os fenômenos patológicos apresentados nas edificações.

Na maioria das vezes, as anomalias são percebidas pelos próprios usuários. Sabe-se que, quanto mais prematuro forem identificados os sintomas e corrigidos de pronto, menor será a intervenção, o custo e a perda do desempenho da estrutura. Face a essa prerrogativa, a realização de inspeções regulares nos elementos estruturais é de grande relevância, para que se possa em curto espaço de tempo, debelar o mecanismo de deterioração, causador daquele sintoma.

Segundo Helene Paulo (1997), os sintomas que mais se apresentam nas estruturas de concreto armado são as fissuras, sendo elas originadas através de diversos fatores, com menor intensidade as eflorescências, as flechas excessivas e as manchas no concreto. A tabela 1 demostra as origens e alguns sintomas comentados neste parágrafo.

Tabela 1 - Origem e sintomas identificados nas estruturas de concreto armado.

ORIGEM	SINTOMAS	FIGURA
Falta de manutenção	Desprendimento do concreto	 Fonte:Acervo próprio 01

Continua.....

Falta de manutenção	Trincas paralelas a armação do pilar.	 Fonte: Escala Ltda
Falta de manutenção	Fissuras verticais paralelas a armação do pilar e desagregação do concreto	 Fonte: Escala Ltda
Falta de manutenção	Expansão da argamassa	 Fonte: Escala Ltda

Continua.....

Falta de manutenção	Infiltração, fissuras e machas escuras	 Fonte: Acervo próprio
Falta de manutenção	Corrosão generalizada na armadura	 Fonte: Escala Ltda
Falta de manutenção	Infiltração e lascamento do concreto	 Fonte: Escala Ltda

1.3 Diagnóstico

Na formulação de uma diagnose, o patologista deverá investigar e registrar de forma organizada todos os dados coletados, utilizando métodos adequados para subsidiar e direcionar na compreensão dos problemas apresentados. É de fundamental importância o estudo aprofundado das prováveis causas, ou da detecção da causa principal, desencadeante do fenômeno patológico.

Para discorrer sobre determinadas causas e a origem de uma anomalia o profissional terá que possuir um conhecimento amplo, sobre as características dos sintomas apresentados, para que se possa estabelecer de forma efetiva o procedimento mais indicado na terapia, afim de corrigir e prevenir a manifestação patológica detectada no elemento estrutural.

De acordo com Granato (2002), inspecionar, avaliar e diagnosticar as manifestações patológicas das construções, são tarefas que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo que os resultados e as ações de manutenções devam cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária.

1.4 Terapia

Para proceder com determinado tipo de terapia (o que fazer para restabelecer a estrutura) o especialista deverá ser criterioso e levar em conta a região, o tipo de edificação, as técnicas e procedimentos que mais se adequam para determinados casos.

A terapia não deve ser precedida do diagnóstico, visto que, os procedimentos adequados de restabelecimento da estrutura, deverão vir dos estudos e análises dos problemas patológicos. Leonardo da Vinci, sentenciou em 1510, o seu pensamento sobre a prática sem fundamentação teórica, onde diz “Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, que nunca saberá ao certo para onde está indo”. “A prática deve estar sempre fundamentada por uma sólida teoria” (ISAACSON, 2017).

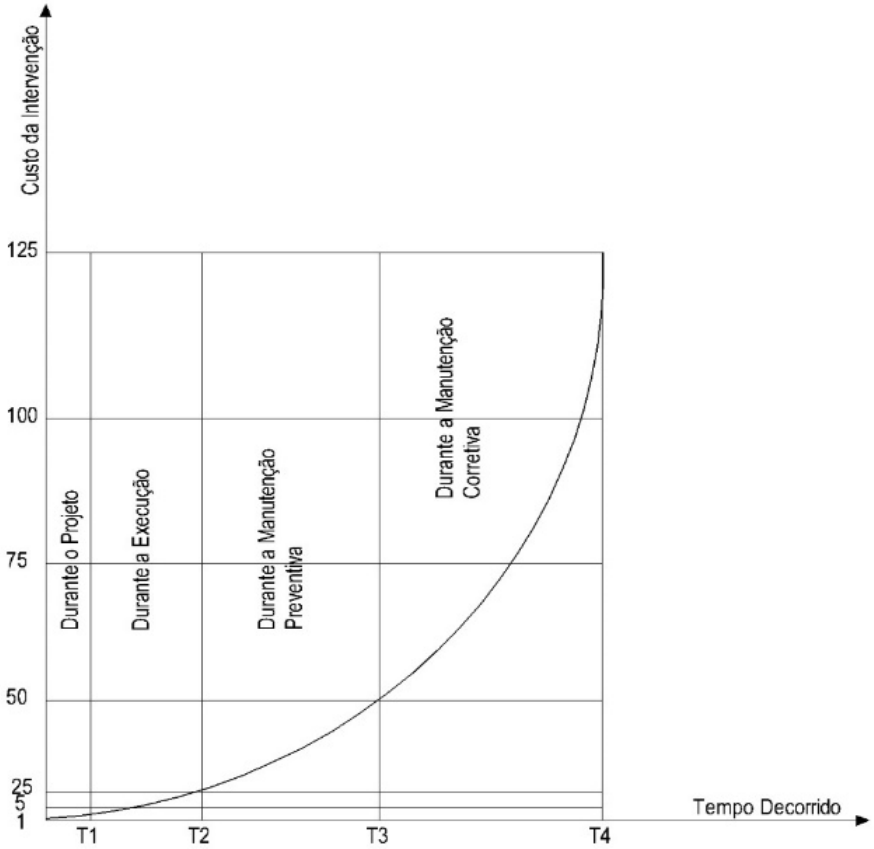
Segundo Helene Paulo (1992), as atividades terapêuticas podem ser divididas em três classes: reparo, onde os defeitos são de pequena gravidade e que por sua vez, não existe comprometimento na estabilidade da estrutura; recuperação, onde a capacidade portante da estrutura é restabelecida para sua capacidade original; reforço, onde a capacidade resistente do elemento estrutural é majorada em relação à original.

Diante do exposto, torna-se imperativo realizar uma correta terapia em tempo hábil, para que se possa precaver de maiores danos à estrutura, como também, maiores custos frente a terapia aplicada, uma vez que, apresentada a terapia para se fazer o reparo e não corrigida, em um curto espaço de tempo, a mesma se tornará uma recuperação, não corrigida a recuperação, resultará em reforço.

A literatura apregoa que os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar no decorrer do tempo, agregando outros problemas advindos do inicial. Quanto mais tempo levar para intervir, mais aumentará o custo com os procedimentos de execução.

Com base na lei de SITTER (1984), tem-se que, os custos crescem exponencialmente, em função da evolução da progressão geométrica de razão cinco. Essas proporções estão descritas na figura 1, onde a mesma representa o crescimento do custo, em função do tempo de intervenção na estrutura.

Figura 1 – Gráfico de Sitter



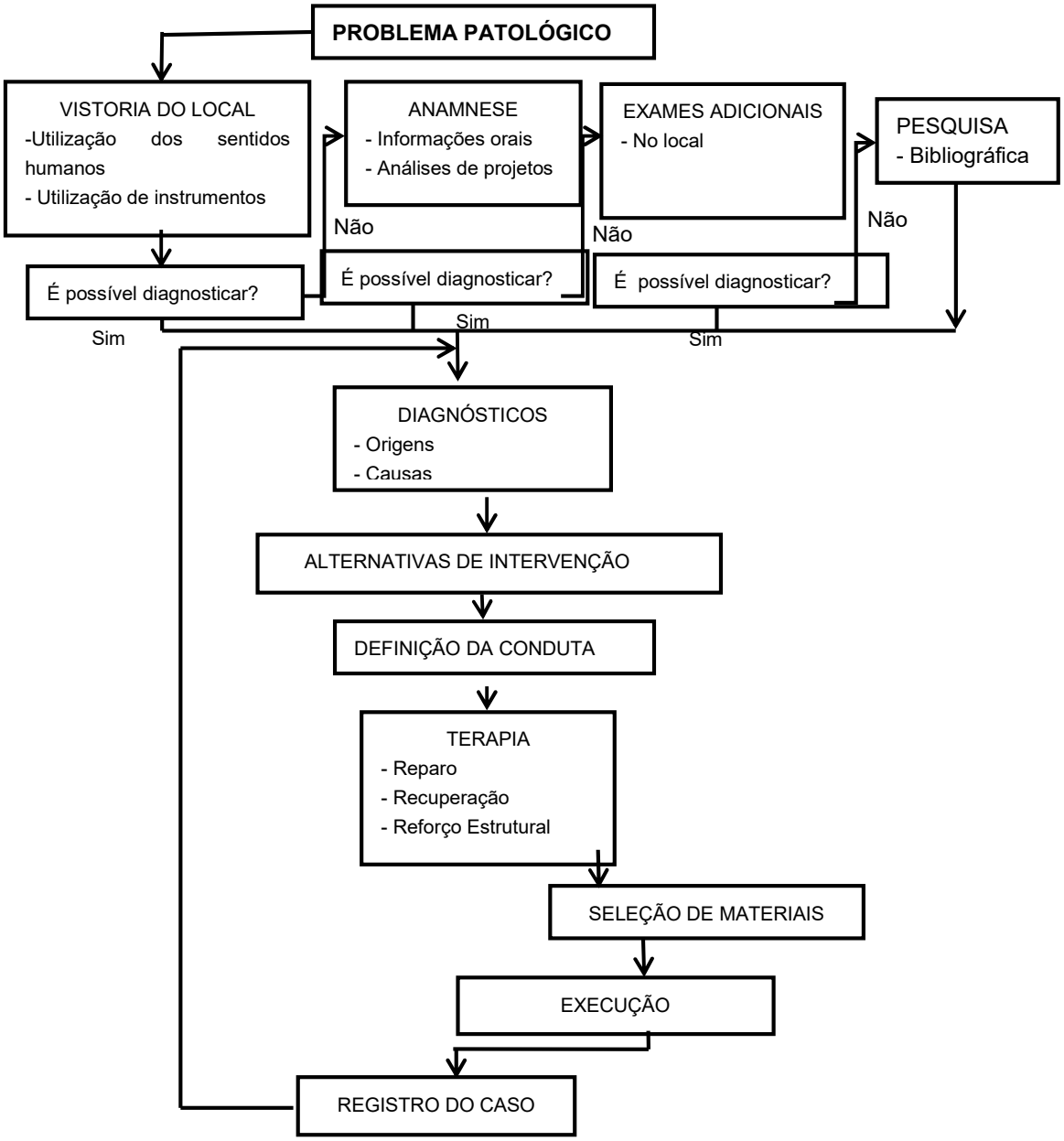
Fonte: Machado, 2002.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos utilizou-se a metodologia de levantamento e coleta de dados já consagrado no meio técnico, como sendo: equipamento fotográfico, consultas técnicas e bibliográficas, vistorias as obras, registros fotográficos, ensaios não destrutivos, equipamento para aferição da resistência do concreto e analises dos materiais utilizados na obra (cimento, areia e brita).

Para sistematizar a coleta de informações e garantir a objetividade do estudo foi utilizado o método de Lichtenstein, com o intuito de fornecer a orientação necessária a realização do estudo, sendo o mesmo adaptado para o presente trabalho, conforme fluxograma da figura 2.

Figura 2 – Método para levantamento e diagnostico de manifestações patológicas



Fonte: adaptado de Lichtenstein,1985.

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado nesse trabalho está relacionado a reparo, recuperação e reforço estrutural. O estudo aqui relacionado está notadamente ligado a falhas de projetos, erros de execução, desrespeito as variações térmicas das estruturas, ou mesmo, entendimento equivocado do comportamento estrutural. A tabela 2, demostra o estudo de caso, que será abordado nesse artigo.

Tabela 2 – resumo do estudo de caso

Obra	Provável causa	Sintomas	Diagnóstico
Edifício residencial de múltiplos pavimentos	Erro de Projeto, erro de execução e falha construtiva	Fissuras em pilares	Procedimentos inadequados na execução

Estudo de Caso

Obra: Edifico Residencial

Anamnese

O presente estudo de caso é referente à um edifício residencial, composto de subsolo, mezanino e cinco pavimentos, o mesmo encontra-se localizado no bairro de Manaíra, na cidade de João Pessoa – PB. A construção do edifico iniciou-se no ano de 1995, e teve que ser interrompida logo após a etapa de execução das fundações; voltando a retomar os trabalhos um ano depois.

O prédio foi entregue e habitando e a estrutura mostrava-se assintomática, mas com o decorrer de aproximadamente três anos foram surgindo os sintomas, como fissuras e trincas nos pilares do subsolo, diante desse fato o síndico solicitou a construtora para fazer um laudo, explicitando os serviços necessários, para debelar o problema apresentado nos elementos estruturais.

Naquela ocasião foi apresentado um laudo técnico, com diagnóstico equivocado e que não representava a real situação do problema, o que ocasionou procedimentos de terapia inadequados, voltada para técnica de reparo e não para o reforço estrutural. Mascarada a problemática momentaneamente, os usuários ainda continuavam habitando o prédio sem saber do comprometimento estrutural da edificação, frente as falhas construtivas.

Decorrendo alguns meses a estrutura começou a apresentar novamente um quadro patológico, ainda mais grave do que o inicial, visto que, além das fissuras e trincas apresentadas inicialmente nos pilares do subsolo, surgindo mais trincas de maior calibre, diante dessa problematica, outra empresa foi convidada para fazer vistorias em todo o prédio, não só visual, mas realizadas através de equipamentos e ferramentas. Após as averiguações foi constatado que os 8 dos pilares do prédio se encontravam com insuficiência de armação e com um défice de resistência de aproximadamente 50% do valor que a estrutura necessitaria para suportar as cargas de projeto.

Diante das averiguações foram constatadas outras irregularidades, como a baixa resistência do concreto, como pode-se observar nas figuras 5, 6 e 7, uma grave falha de execução na concretagem entre a espera da sapata com o pilar, demostrada nas figuras 3 e 4, a qual foi constatada perante escavação no elemento de fundação, visto que, no local que deveria ter concreto, só existia areia, fato esse originalizado devido ao tempo em que a obra ficou parada, sem o devido cuidado de proteger os elementos estruturais das intempéries, e como a edificação foi edificada em solo arenoso, a chuva carreou a areia para dentro das formas que ali se encontravam formando uma camada de areia separando totalmente a sapata do pilar.

A construtora por sua vez não tomou as medidas cabíveis de averiguações para retomada de obra, aplicando o concreto diretamente dentro da forma, sem fazer a devida limpeza. Esse fato pode ser observado nas figuras 3 e 4 onde se constata 10cm a 15cm de distância entre esses elementos.

Para caracterização da estrutura usou-se os seguintes tópicos:

- Conceito da manifestação: Defeito
- Classificação: Endógena
- Sintomas: Fissuras e trincas nos pilares do subsolo
- Origem: Congênita
- Causa: Erro de projeto e falha construtiva
- Diagnóstico: 35% da estrutura encontrava-se com insuficiência de armadura (pilares e sapatas), desconformidade frente a resistência característica do concreto, com o especificado em projeto e vazios de concretagem entre a integração sapata x pilar.
- Terapia: Para as fundações foi utilizada a técnica do encamisamento através de varões de aço, conforme mostra a figura 8, para os pilares utilizou-se cantoneiras e chapas metálicas, coladas com epóxi e unidas entre si através de varões de aço soldados, demostrada na figura 9, o preenchimento do concreto se deu através de utilização de grauth SG.

Figura 3 – Constatação da falta de concreto, ocasionando a separação entre a sapata e o pilar



Fonte: Escala Ltda,1998.

Figura 4 – Vista lateral da separação do pilar com o elemento de fundação (sapata)



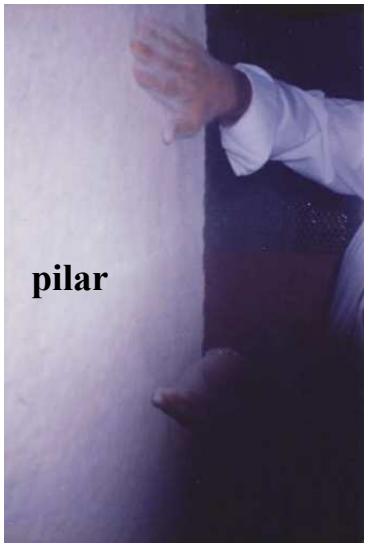
Fonte: Escala Ltda,1998.

Figura 5 – Verificação “in loco” da baixa resistência do concreto da sapata



Fonte: Acervo técnico da Escala Ltda, 1998.

Figuras 6 e 7 – Verificação visual da resistência do concreto do pilar



Fonte: Acervo técnico da Escala Ltda, 1998.

Figura 8 – Vista superior da armação de reforço estrutural da sapata



Fonte: Acervo técnico da Escala Ltda, 1998.



Fonte: Acervo técnico da Escala Ltda, 1998.

Figura 9 – Reforço estrutural do pilar com cantoneiras e varões

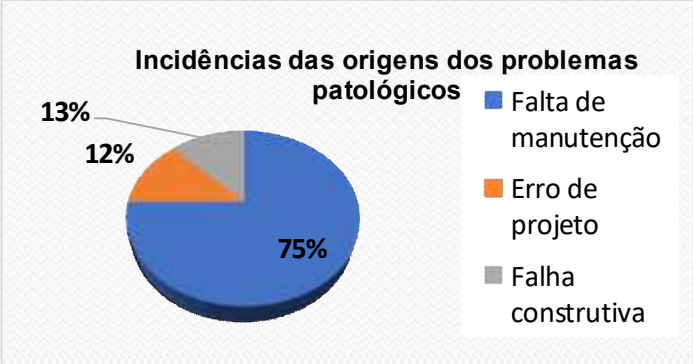


Fonte: Acervo técnico da Escala Ltda, 1998.

4. RESULTADOS

No desenvolvimento deste trabalho observou-se que a maioria das causas dos problemas patológicos, estão diretamente ligados a falhas humanas, falhas essas que comprometem sobremaneira a longevidade e estabilidade da estrutura, pode-se perceber que as doenças das estruturas nas edificações localizadas na cidade de João Pessoa, estão diretamente relacionadas a falta de manutenção. Na figura 10 demostra os índices de incidência da origens dos problemas patológicos nas estruturas de concreto armado.

Figura 10 - Incidência das origens dos problemas patológicos nas estruturas de concreto armado



Fonte: Acervo próprio

5. CONCLUSÕES

Observou-se no desenvolvimento da tabela 1, referente as origens e sintomas identificados nas estruturas de concreto armado que a falta de manutenção é o item preponderante dentre outras causas. Esse falto é decorrente da nossa pouca operacionalidade frete as necessidades de planejamento e manutenção preditiva nas edificações, acarretando diversos problemas e imprevisibilidade de custos.

Diante do acima exporto e de um modo geral, deve-se aplicar um sistema de prevenção/manutenção periódicas, estabelecidas de acordo com o tipo de estrutura e o grau de agressividade de cada ambiente. A visão de custo com a manutenção preditiva, deve ser vista como investimento e valorização do imóvel e não de forma desnecessária de gastos.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 Projeto de estrutura de concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

ESCALA ESCRITÓRIO DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS LTDA. **Acervo Técnico**. João Pessoa, 2017.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. Ed.Pini: São Paulo, 1997.

ISAACSON, Walter. **Leonardo da Vinci.** Ed. Intrínseca: Rio de Janeiro, 2017.

MACHADO, Ari de Paula. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** Ed.Pini: São Paulo 1998.