



MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL

SOUZA, Alexandre; MONTEIRO, Eliana; BATISTA, Tarciana

Universidade de Pernambuco, alexandrecamaralima@gmail.com; Universidade Católica de Pernambuco e Universidade de Pernambuco, eliana@poli.br; Universidade de Pernambuco, tarciana.simoni@outlook.com

RESUMO

Nos últimos anos tornou-se perceptível o aumento do número de estruturas de concreto armado apresentando manifestações patológicas. Tal fato pode estar relacionado com vários fatores, como por exemplo, falhas existentes no projeto executivo da própria construtora, má qualidade dos materiais utilizados na obra, falta de profissionais qualificados e também pode estar relacionado com o meio ambiente em que a edificação está inserida. Este estudo tem como objetivo fazer uma análise das principais manifestações patológicas encontradas em dois reservatórios de água, sendo um superior e outro inferior, existentes em um edifício residencial localizado em uma zona de agressividade ambiental de Grau III na cidade do Recife. A análise foi apenas visual, sem o uso de métodos destrutivos e sem ensaios. Identificou-se que tanto no reservatório inferior como no superior existiam manifestações patológicas relacionadas com falhas de execução pela construtora e também, por uma elevada falta de manutenção dos próprios moradores do edifício. Nos dois reservatórios, fissuras e infiltrações foram as manifestações patológicas mais recorrentes.

Palavras-chave: Concreto. Manifestações patológicas. Reservatórios de água. Manutenção. Durabilidade.

ABSTRACT

In recent years it has become noticeable the increased number of reinforced concrete structures presenting pathological manifestations. This fact may be related to several factors, such as existing flaws in the construction project of the construction company itself, poor quality of materials used in the work, lack of qualified professionals and may also be related to the environment in which the building is inserted. This study aims to make an analysis of the main pathological manifestations found in two water reservoirs, one upper and one lower, existing in a residential building located in an area of environmental aggression of Level III in the city of Recife. The analysis was only visual, without the use of destructive methods and without tests. It was identified that both in the lower and upper reservoirs there were pathological manifestations related to failures of execution by the builder and also, due to a high lack of maintenance of the residents of the building itself. In both reservoirs, fissures and infiltrations were the most recurrent pathological manifestations.

Keywords: Concrete. Pathological manifestations. Water reservoir. Maintenance. Durability.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, algumas empresas que atuam no ramo da construção civil, com o intuito de tornarem-se mais competitivas perante as demais, parecem se preocupar mais com a redução de custos e na velocidade de execução dos serviços, do que propriamente com a qualidade e o bom acabamento do produto que será entregue ao cliente final. Porém, a qualidade dos produtos e a sua correta execução são sempre fatores imprescindíveis para que se garanta o desempenho adequado de uma estrutura e se aumente a vida útil desta, evitando o aparecimento de manifestações patológicas. Visto que, toda estrutura está sujeita ao aparecimento de manifestações seja pelo ambiente em que está inserida, ou pela própria vida útil da estrutura, um plano de manutenção do empreendimento devidamente cumprido ajudará na postergação desta vida útil.

Sabe-se também que dentre as diversas fases do processo construtivo, a de projeto caracteriza-se por ser a mais importante. Pois, é nesta fase que são determinadas as especificações dos produtos, o planejamento da obra e o plano de manutenção preventiva da edificação, ou seja, determina-se o padrão de qualidade da obra.

Existem diversas manifestações patológicas que podem ser encontradas em edificações, as mais comuns e recorrentes são: fissuras, infiltrações, eflorescências, corrosão de armaduras, destacamento do concreto e bolores.

O presente trabalho tem por objetivo evidenciar as manifestações patológicas encontradas nos reservatórios inferior e superior de um edifício residencial localizado na cidade do Recife, Brasil, em uma Zona de Agressividade Ambiental III. Problemas estes que estão relacionados tanto à deficiência na qualidade de execução da construtora, quanto pela falta de manutenção preventiva por parte do próprio condomínio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Reservatórios de Água

Segundo Borges (2008), os reservatórios são unidades hidráulicas que exigem cuidados especiais tanto do construtor, como do usuário. Isto porque além da preocupação com a estanqueidade, a água por estar em constante contato com a estrutura pode promover reações químicas que a comprometam.

Além disso, com relação a sua instalação e estabilidade mecânica, de acordo com a NBR 5626 (1998), o reservatório (inclusive tampa e porta de acesso) deve ser projetado de modo a ter resistência mecânica suficiente para atender sua função, sem apresentar deformações que comprometam seu funcionamento ou o funcionamento dos componentes nele instalados.

2.2 Patologia e Manifestações Patológicas

Patologia das construções pode ser definida como parte da engenharia que estuda os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções. Pode-se inferir que os motivos principais das causas de manifestações patológicas na construção civil são deficiência de projeto, falhas na execução, qualidade dos materiais empregados e má utilização das edificações pelos

usuários. O termo patologia é usado na engenharia civil, quando há uma queda no desempenho ou no componente estrutural. Para que um sintoma seja classificado como manifestação patológica, deve-se concluir que esse sintoma esteja comprometendo alguma capacidade funcional, mecânica ou estética da edificação. Sendo assim, pode-se dizer que existe uma grande relação entre manifestações patológicas e o desempenho das edificações. A origem do problema pode estar relacionada com as fases de projeto, escolha dos materiais, qualidade de fiscalização na execução, utilização e de manutenção pelos proprietários.

Segundo Amorim (2010), a falta de manutenção e de conhecimento por parte dos usuários sobre elementos agressivos e sobre a estrutura de concreto como a exposição prolongada a umidades, aplicação de produtos agressivos ao concreto e às armaduras, podem gerar graves problemas para a estrutura, vindo a comprometer todo o trabalho até então realizado nas etapas anteriores.

2.2.1 - Fissuras

Segundo a NBR 15575-2 (2013), as fissuras são aberturas capilares provocadas por tensões tangenciais ou normais, classificadas em ativas ou passivas. As fissuras ativas são aquelas em que há variação no valor da abertura, enquanto que as passivas permanecem constantes ao longo do tempo.

Apesar de ser o dano de ocorrência mais comum, as fissuras são aquelas que mais chamam a atenção dos leigos, proprietários e usuários para o fato de que algo de anormal está acontecendo. Entretanto, é interessante observar que a caracterização da fissuração como deficiência estrutural dependerá sempre da origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente, posto que o concreto, por ser material com baixa resistência à tração, fissurará por natureza, sempre que essa tensão superar a sua resistência última à tração.

Além disso, as fissuras de amplitude entre 0,12 e 0,2 mm não costumam oferecer perigo de corrosão de armaduras, salvo se o meio ambiente for agressivo, já quando inferiores a 0,05mm são consideradas como microfissuras por não serem significativas e imperceptíveis a olho nu.

2.2.2 - Infiltração

De acordo com Miotto (2010), as infiltrações em reservatórios constituem-se como uma das mais frequentes manifestações patológicas incidentes nas estruturas em estudo e caracterizam-se pelo resultado de um processo onde a quantidade de água em contato com o substrato é tão grande que, a mesma flui ou até mesmo goteja através deste. Esta água perdida nos reservatórios quase sempre percola de maneira indesejada, reduzindo a vida útil das estruturas de sustentação da própria estrutura.

Os reservatórios devem ser executados de modo a garantir a estanqueidade, caso essa característica não se confirme, a estrutura pode sofrer com a evolução de algumas manifestações. A umidade por infiltrações, por exemplo, pode levar a corrosão da armadura quando associada à exposição da mesma.

2.2.3 - Bolores

Bolor ou mofo é a colonização por diversas populações de fungos filamentosos que aparecem em ambientes úmidos sobre os vários tipos de substrato, onde não se tenha água corrente. Nessas condições, os resultados são formações de manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde.

2.2.4 - Corrosões

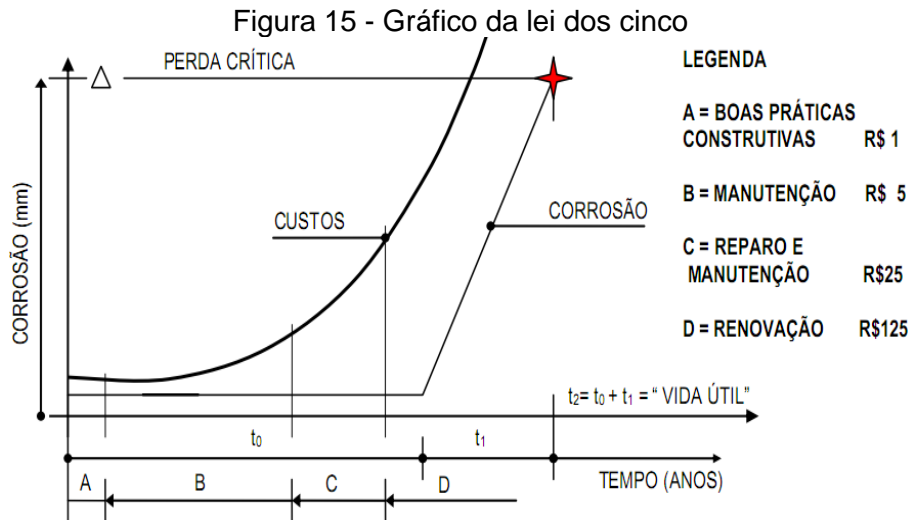
Sobre as corrosões, Miotto (2010) afirma que, os danos causados pela corrosão de armadura geralmente são manifestados por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, delimitando e desprendendo o recobrimento. Em componentes estruturais que apresentam uma elevada quantidade de umidade, os primeiros sintomas de corrosão evidenciam-se por meio de manchas de óxido nas superfícies do concreto.

2.2.5 - Eflorescências

As eflorescências também são manifestações patológicas bastante comuns, sendo o resultado da dissolução dos sais presentes na argamassa, provenientes de agentes externos e do seu posterior transporte pela água através dos materiais porosos. Se, durante esse transporte, a concentração dos sais na solução aumentar, por perda de água ou aumento da quantidade de sais, eles poderão entrar em processo de cristalização e dar origem à eflorescência (PINTAN, 2013). Geralmente se apresentam em formas de manchas brancas, porém, também podem se apresentar com a cor castanha ou de ferrugem. Tais problemas foram encontrados tanto no reservatório superior como no reservatório inferior do objeto em estudo, como veremos adiante.

2.2.6 - Vida Útil em Estruturas de Concreto

No que diz respeito ao planejamento de execução de obras, Perez (1988) enfatiza a importância de se pensar nessa atividade desde a fase de projeto, quando as deficiências podem ser discutidas e corrigidas a custos praticamente nulos se comparado com as intervenções em estágios avançados de deterioração. Com o passar do tempo, os custos de manutenção crescem numa razão de ordem geométrica 5 (1, 5, 25, 125), significando que o gasto com uma intervenção, numa etapa em estágio avançado, seria 125 vezes maior do que aquela medida adotada num estágio preliminar, conforme pode ser observado no estudo da Lei dos Cinco de SITTER (1983), na Figura 15.

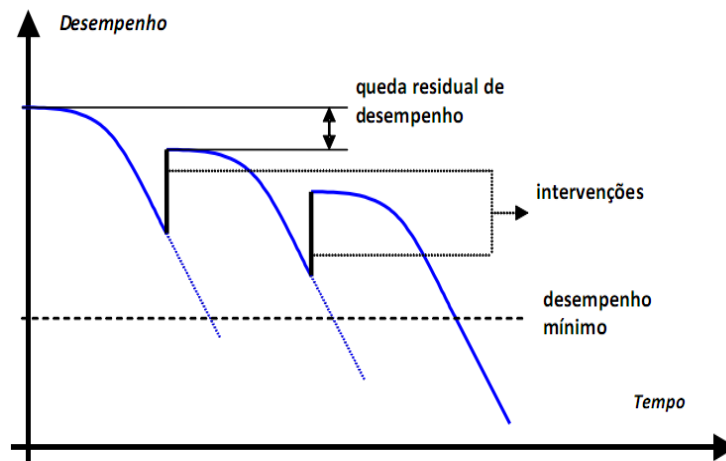


Fonte: Sitter (1983)

No mesmo contexto, Lichtenstein (1985) e Isaia (2005) associam a manutenção predial com o desempenho dos componentes. Com o decorrer do tempo, as partes da edificação, e por conseqüência o seu todo, apresentam uma natural queda de desempenho, cujo comportamento varia conforme as características dos componentes e com a sua interação com o meio, as chamadas condições de exposição. Caso se considere um patamar mínimo de desempenho abaixo do qual o edifício não mais cumprirá de forma satisfatória as suas funções, deve-se então evitar que a deterioração natural provoque uma queda suficiente para se atingir esse nível mínimo, conforme destacado na Figura 16.

Por este motivo, as intervenções tem um papel tão importante, já que servem para elevar o patamar de desempenho, mesmo considerando as quedas residuais, retardando a sua chegada ao patamar mínimo exigido.

Figura 16 - Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo

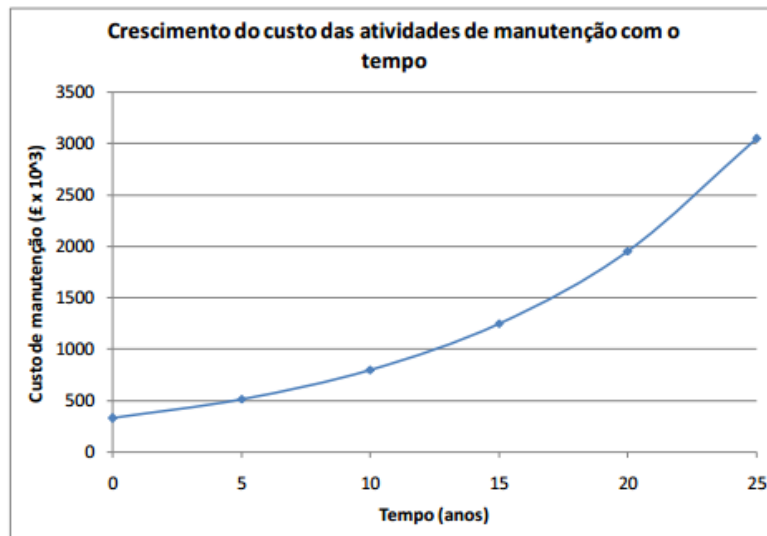


Fonte: Lichtenstein (1985)

Esse conceito é também discutido em um trabalho elaborado por Alani et al. (2001) no qual é apresentado um estudo de caso teórico que avalia financeiramente a evolução dos custos de manutenção conforme a depreciação do prédio e o tempo. Tais análises são explicitadas por meio de gráficos (custos

x tempo) que expressam de forma clara a evolução gradativa dos investimentos necessários para a manutenção com o passar do tempo (Figura 17).

Figura 17 - Crescimento exponencial do custo de manutenção com o tempo



Fonte: Adaptado de Alani et al (2001)

Portanto, no caso dos reservatórios, como não houve uma execução de qualidade na fase de construção e nem houve uma manutenção preventiva por parte dos moradores, constata-se que os gastos de uma intervenção para recuperá-los serão ainda maiores, assim como, o desconforto para os moradores.

3 ESTUDO DE CASO

O método utilizado para a realização deste trabalho baseou-se na inspeção visual dos reservatórios do edifício utilizando equipamentos como trena, fissurômetro, paquímetro e máquina fotográfica, não sendo realizados ensaios laboratoriais. O empreendimento em estudo está localizado na cidade do Recife, no bairro de boa viagem próximo ao mar e de acordo com a NBR 6118 (2014), classifica-se como uma zona de agressividade ambiental III. De acordo com a norma, a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independente das ações mecânicas, variações volumétricas, origem térmica, retração hidráulica ou outras variáveis previstas no dimensionamento das estruturas de concreto. Neste caso, a agressividade III é considerada alta e o risco de deterioração da estrutura é grande.

3.1 Características do edifício

Trata-se de um edifício residencial com 01 subsolo, 01 pilotis, 01 salão de festas, 30 pavimentos tipo e 01 coberta. A Estrutura é aporticada em concreto armado, construída há 8 anos com fundação profunda, alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos e revestimento cerâmico nas fachadas.

O edifício não recebe respingos de maré, porém se encontra a aproximadamente 100 metros da praia e sofre alta incidência de ventos úmidos com a presença de íons cloretos que, por sua vez, podem penetrar nas estruturas de concreto e

despassivar a armadura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, foi identificada a presença de diversas manifestações patológicas tanto provenientes de falhas executivas como pela falta de manutenção, destacando-se: fissuras, infiltrações, presença de bolores, eflorescências, corrosão de armaduras e desprendimento do concreto.

4.1 Levantamento das anomalias encontradas

4.1.1 - Reservatório inferior

No reservatório inferior verificou-se uma elevada porosidade das paredes causando vários desprendimentos pontuais (Figura 1).

Na Figura 2, estão evidenciados alguns pontos de corrosão que se repetem no teto e paredes provavelmente frutos da falha executiva de cobertura das armaduras, contrariando a NBR 6118 (2014).

Figura 1 - Destacamento do concreto



Fonte: Autor

Figura 2 – Corrosão nas armaduras



Fonte: Autor

Observou-se também, a presença de manchas de infiltração e de eflorescência, além de estalactites demarcando fissuras no teto, comprovando a deficiência ou até falência do sistema impermeabilizante, como mostram as Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 - Presença de estalactites



Fonte: Autor

Figura 4 – Infiltração em reservatório



Fonte: Autor

Na Figura 6, além dos problemas já citados, verifica-se também a presença de fissuras verticais numa das paredes do reservatório.

Figura 5 – Eflorescências em paredes



Fonte: Autor

Figura 6 – Fissuras em paredes



Fonte: Autor

Através deste primeiro relatório fotográfico, é possível notar que existem falhas graves de execução, tais como correta proteção de tampa de inspeção, conforme NBR 5626 (1998), falhas de recobrimento e superfícies porosas e ausência de sinais do sistema impermeabilizante no teto interno. Essas falhas certamente facilitaram a entrada de água e agentes externos como cloretos e CO₂, estimulando o aparecimento de manifestações patológicas, tais como: eflorescências, fissuras com formação de estalactites, e pontos de corrosão.

A impermeabilização no teto interno é indicada pela NBR 9575 (2010), devido à presença de água de condensação e grandes concentrações de agentes agressivos. Importa frisar que embora sejam observadas manifestações patológicas decorrentes de má execução por parte da construtora, a não observância das orientações sobre a necessidade de manutenção dos reservatórios tende a intensificar o processo de degradação já iniciado, e como consequência, aumentar os riscos à saúde dos moradores do edifício.

4.1.2 - Reservatório Superior

Na Figura 7, observou-se o destacamento do concreto das paredes, a deficiência de regularização do piso e a corrosão das armaduras no pé da parede (Figura 8).

Figura 7 – Destacamentos do concreto



Fonte: Autor

Figura 8 – Corrosão das armaduras



Fonte: Autor

No teto interno, observou-se ausência de sinais do sistema impermeabilizante, pontos de estalactites nas fissuras, corrosões da armadura e falhas executivas de cobrimento das armaduras, novamente contrariando a NBR 6118 (2014), conforme evidenciam as Figura 9.

Na Figura 10, observa-se que a tampa de inspeção do reservatório estava bastante corroída e danificada, inclusive dando sinais de infiltração.

Figura 9 - Falhas de cobrimento



Fonte: Autor

Figura 10 - Tampa corroída



Fonte: Autor

É importante ressaltar que o processo de corrosão das armaduras do concreto, gera uma reação expansiva, causando o estufamento do mesmo e o seu consequente destacamento.

Conforme já citado no Item 4.1.1, normas atuais como a NBR 9575 (2010), indicam a importância da impermeabilização dos tetos dos reservatórios com o intuito de protegê-lo da água que evapora internamente no reservatório e se condensa no teto.

Além das manifestações patológicas identificadas dentro do reservatório superior, foi possível observar a presença de infiltrações e fissuras nas paredes e no teto da sala de máquinas que fica localizada imediatamente abaixo do reservatório. Nesta sala de máquinas estão alocadas todos os equipamentos e motores dos elevadores e a presença de água neste local pode ocasionar danos irreversíveis aos equipamentos (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Infiltração nas paredes



Fonte: Autor

Figura 14 - Fissuras na sala de máquinas



Fonte: Autor

Diante deste estudo, pôde-se constatar claramente a necessidade de uma intervenção imediata para a recuperação do edifício. Embora muitos dos problemas pudessem ter sido evitados na época da execução da obra ou mitigados com programas de manutenção periódicos, demandando um menor custo e menores transtornos para os moradores, no momento da vitoria foi evidente a urgência de sua recuperação de modo a resguardar a durabilidade e funcionabilidade dessas estruturas.

5 CONCLUSÕES

Através da quantidade e diversidade de manifestações encontradas e expostas no estudo, é possível notar a gravidade dos futuros problemas nas obras onde se utilizam projetos deficientes, com falta de detalhamento, má execução, uso de materiais inadequados e falhas de fiscalização pelo engenheiro responsável.

É essencial que sejam feitos estudos que busquem avaliar, caracterizar e diagnosticar a ocorrência de anomalias em edificações, pois estes são fundamentais para auxiliar no processo de produção e execução das obras.

No presente estudo, observou-se que tanto o reservatório superior como o inferior, apresentaram manifestações patológicas similares, verificando-se uma maior incidência de infiltrações e fissuras.

Por fim, é importante salientar, que mesmo executando-se da maneira adequada de acordos com todas as normas técnicas existentes, utilizando-se materiais de boa qualidade e com a devida compatibilidade dos projetos, as edificações ainda assim estarão sujeitas a ocorrências de manifestações patológicas. Isto porque as estruturas de concreto não são eternas, elas possuem uma vida útil de projeto e o seu desempenho vai inevitavelmente diminuindo com o decorrer do tempo.

Por tudo isso, conclui-se que, atrelado a uma boa execução de obra, é imprescindível a existência de um plano de manutenção periódico eficiente e com o devido cumprimento pelos consumidores finais, propiciando-se a maior preservação dos respectivos patrimônios e o aumento de durabilidade e funcionabilidade dos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

- _____. **NBR 15575**: Norma de Desempenho – Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto armado – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- _____. **NBR 9575**: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.
- Alani, A., Petersen, A., Chapman, K. (2001). Applications of a developed quantitative model in building repair and maintenance – case study. **Facilities**. v.19, n.5/6.
- Amorim, A.A. (2010). Durabilidade das estruturas de concreto armado aparentes. Monografia do curso Especialização em Construção Civil. **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, Brasil.
- Bertoline, L. (2010). Materiais de construção. **Oficina de textos**, São Paulo, Brasil.
- Borges, M.G. (2008). Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado. Monografia do curso de Engenharia Civil. **Universidade Estadual de Feira de Santana**, Feira de Santana, Brasil.
- Gentil, V. (2003). Corrosão. 4º ed. **Editora LTC**. Rio de Janeiro, Brasil. 341p.
- Isaia, G.C. (2005). Ed. Concreto: Ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: **IBRACON**. São Paulo, Brasil. 2v. p953-983.
- Lichteinstein, N.B. (1985). Patologia das construções: procedimento para formulação de diagnóstico de falhas e definição de condutas adequada à recuperação de edificações. Dissertação do curso de Mestrado. **Universidade de São Paulo**, São Paulo, Brasil.
- Miotto, D. (2010). Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. Monografia do curso de Especialização em Construção de Obras Públicas. **Universidade Federal do Paraná**, Paraná, Brasil.
- Pintan, M.N. Manifestações patológicas e estudos da corrosão presentes em pontes do recife. Dissertação do curso de mestrado em Engenharia Civil. **Universidade de Pernambuco**. Recife, 2013.
- Perez, A.R. Manutenção dos edifícios. Tecnologia das Edificações. **PINI**, São Paulo, Brasil. 1988.
- Sitter, W.R. Costs for Service Life Optimization the “Law of Fives”. **Comite Euro International du Beton – CEB**. Boletim Técnico. Copenhagen, Dinamarca. n. 152, p. 131 - 134. 1983.
- Souza, T.R., Vicente, C.M. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. **PINI**, São Paulo. p57. 1998.
- LICHTEINSTEIN, N.B. Patologia das construções: procedimento para formulação de diagnóstico de falhas e definição de condutas adequada à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado). **Universidade de São Paulo**. São Paulo, 1985.