https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.021

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIGINADAS NA ETAPA DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO EM SILO

Laís Alves da Silva Pires[1]*, Ana Paula Araújo Ribeiro[2]; Matheus Leoni Martins Nascimento[3];
*Autor de contato: enclaispires@gmail.com

[1,2,]

[3] ML Engenharia Diagnóstica, Brasília, Brasil

RESUMO

A utilização de concreto armado para a construção de edificações é a técnica mais convencional e difundida no Brasil. Apesar disso, na execução do concreto armado é comum o cometimento de falhas, devido ao despreparo e ausência de capacidade dos profissionais envolvidos, que provocam o aparecimento de manifestações patológicas precoces, e mais que isso, encurtece a durabilidade de um material cuja expectativa da vida útil é alta. As etapas de projeto e execução, são, disparadamente, as que mais dão origem as manifestações patológicas observadas. Dito isto, este trabalho tem como objetivo a identificação da natureza das falhas de execução, e manifestações patológicas delas originadas, através de um estudo de caso em um silo de concreto armado. Através da análise foi possível constatar diversas falhas cometidas que, provavelmente, culminarão em problemas precoces, evidenciando as estatísticas e preocupação para frear este cenário.
Palavras-chave: manifestações patológicas; concreto armado; durabilidade; execução; estudo de caso

ABSTRACT

The use of reinforced concrete for the construction of buildings is the most conventional and widespread technique in Brazil. Despite this, in the execution of reinforced concrete, failures are common, due to the lack of preparation and lack of capacity of the professionals involved, which cause the appearance of early pathological manifestations, and more than that, shortens the durability of a material whose life expectancy useful is high. The design and execution stages are, by far, the ones that give the most, wildly, origins to the manifestations. That said, this work aims to identify execution failures, and pathological manifestations arising from them, through a case study in a reinforced concrete silo. It was possible to verify several failures that, probably, will culminate in early problems, evidencing the statistics and concern to stop this scenario.
Keywords: pathological manifestations; reinforced concrete; durability; execution; case study

1. INTRODUÇÃO

A utilização do concreto armado é sem dúvida a técnica mais empregada na construção civil para a concepção das edificações, sejam eles de pequeno a grande porte. Segundo Andrade (1997) e Mehta e Monteiro (2014); a preferência na utilização do concreto armado, em vista de outros materiais, está ligada a fatores como: a alta resistência à água (quando concebido para isso), a sua capacidade de ser moldado sob formas e dimensões variadas, ao baixo custo e sua rápida disponibilidade para a execução, além ainda de necessitar de menos manutenções (em vistas de outros materiais), sendo que a resistência é aumentada com o passar do tempo, e ser resistente ao fogo. Desta forma, pode-se considerar que tais características permitem a concepção de estruturas que tendem ser ainda mais duráveis.

Entretanto, a larga utilização deste material cimentante na construção civil não foi acompanhada pelo desenvolvimento das técnicas e da capacitação da mão de obra, fazendo com que, ao contrário da durabilidade, as estruturas passassem a apresentar uma deterioração precoce (LAPA, 2008, SOUZA e RIPPER, 2009).

A vista do aparecimento dos problemas nas estruturas que impactam na durabilidade, a engenharia percebeu a necessidade de conhecer as origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas, ao qual foi denominada genericamente de Patologia das Estruturas (SOUZA E RIPPER, 2009).

Assim, atualmente um dos grandes problemas no setor da construção é controlar o aparecimento das manifestações patológicas, e fazer com que as estruturas tenham sua vida útil de projeto atendida, e consequentemente uma durabilidade satisfatória. Ocorre que tal requisito só pode ser atendido quando se tem um controle técnico e tecnológico de todas as etapas que compõe o processo de construção.

É valido mencionar que a Patologia da Construções é tratada de forma análoga ao que é feito na medicina, uma vez que o processo de identificação dos problemas, até o alcance da solução, é semelhante ao que um médico faz com seus pacientes em todas as etapas, desde a preventiva à terapêutica. Outrossim, França et al (2011) afirmam que este intercâmbio de terminologias medicinais na engenharia vem das similaridades dos objetos de estudo destes dois tradicionais campos de formação, o ser humano e a edificação. Tais fatos justificam, então, a utilização de vocabulários medicinais, tais como anamnese, profilaxia, prognóstico, diagnóstico e terapia.

Para fins de elucidação, e considerando a utilização das expressões ainda não totalmente padronizadas pelos autores mais antigos, faz-se necessário a explanação de alguns conceitos principais que fazem parte do processo de investigação e entendimento das manifestações patológicas. Primeiramente, é importante ter clara a diferença entre Patologia das Construções e manifestações patológicas, pois estes dois termos são utilizados erroneamente. FRANÇA *et al* (2011) define a Patologia das Construções como a ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica, sendo esta, então, a expressão resultante de um mecanismo de degradação, ou seja, é o sintoma da doença, o problema que é visto.

O estudo de uma manifestação patológica envolve a constatação de sua origem, a causa, e o mecanismo. Para SABBATINI *et al* (2003), a origem é a razão principal para o seu surgimento, estando diretamente ligada às etapas do processo da construção (projeto, materiais, exceção,

uso/manutenção), a causa é a razão primária da manifestação patológica, configurando-se na justificativa mais evidente para o seu surgimento, pois descreve o fato, e o mecanismo é explica como está ocorrendo a manifestação patológica, remete-se, então, ao processo de construção/evolução do problema.

Tratando da origem, as manifestações patológicas em uma estrutura podem advir de qualquer uma das etapas que compõe o processo da construção civil, seja ela planejamento, execução, utilização e até mesmo a fabricação de materiais (ARANHA, 1994; ANDRADE E SILVA, 2005 e SOUZA e RIPPER, 2009).

Souza e Ripper (2009) abordam que um aspecto curioso é a tentativa de definição da etapa do processo da construção que originou a manifestação patológica, e apesar da lista ser considerada extensa, nem sempre os resultados são convergentes percentualmente, e isso pode ser justificado pelos diferentes continentes em que foi pesquisado, e também pela dificuldade em determinar apenas uma origem. Para Helene (1992), 68% das origens das manifestações patológicas se concentram nas etapas de projeto (40%) e execução (28%). Para ARANHA (1994) e ANDRADE (1997) estas duas etapas originam 70% e 85%, respectivamente. Apesar de não haver consenso entre os percentuais das etapas, a compilação dos dados das pesquisas de Souza e Ripper (2009) e de PROPSTER (1981) *apud* ANDRADE E SILVA (2005), cujos dados são referentes a outros países, também convergem para estas duas etapas.

Andrade (1997) afirma que a diferença nos percentuais relativos ao planejamento e projeto pode ser explicada pela alta variação nas ações que podem ser tomadas em tal etapa, diante do problema, onde cada medida gerará consequências significativas no parâmetro de durabilidade das construções a longo prazo.

Considerando os dados existentes que apontam as etapas de planejamento e execução, como as maiores etapas de origens das manifestações patológicas, este trabalho visa a investigação das falhas cometidas durante a execução, e das manifestações patológicas no concreto armado gerados precocemente. Foi escolhido como objeto do estudo de caso um silo de concreto armado, projetado para uma altura final de 45 metros, que está sendo executado com sistema de formas deslizantes.

O que traz a curiosidade para o desenvolvimento deste trabalho é a possibilidade de se realizar um estudo durante uma das etapas do processo de construção que mais contribui para o aparecimento das manifestações patológicas, que é a execução. E mais que isso, verificar o momento da execução da falha, o qual gerará manifestações patológicas futuras, de difícil inspeção, que provavelmente passarão por um diagnóstico para retomada do desempenho.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste na identificação das manifestações patológicas em uma estrutura de concreto armado, através de vistoria *in loco*, durante a etapa de execução (a obra encontrava-se em aproximadamente 10% do seu total executado). A investigação seguiu o método tradicional empregado na Patologias das Construções, envolvendo o levantamento de subsídios, e diagnóstico que é a apuração das múltiplas relações de efeitos, origens, causas e mecanismos (LICHTENSTEIN, 1986). Ressalta-se que este trabalho não adentrará nos aspectos da definição da conduta, ou seja, das soluções, pois tem como objetivo principal a constatação das falhas de execução geradas, que poderão acarretar em possíveis manifestações patológicas futuras e precoces.

Cabe esclarecer que o processo de investigação ocorreu durante uma paralisação, em que foi interrompida a concretagem por este motivo a avaliação do concreto somente se deu no seu estágio endurecido, e também de elementos com o esqueleto da armadura prontos para a concretagem, o que constitui o processo de execução do concreto armado.

2.1 Descrição do objeto

O objeto deste estudo é um silo em concreto armado, em execução, que, conforme o projeto, possui paredes de 25 centímetros de espessura, 16 metros de diâmetro interno e alcançará a altura de aproximadamente 45 metros com a obra concluída. A investigação ocorreu quando o silo se encontrava com altura de aproximadamente de 4,5 metros, ou seja, 10% da sua altura total final, onde a obra foi paralisada devido ao aparecimento de problemas durante a execução. É importante ressaltar que por motivos de confidencialidade não foram divulgadas informações referentes a localização da estrutura estudada, bem como imagens mais amplas do local que pudessem favorecer a identificação do local.

O sistema adotado para a execução do silo é o de fôrmas deslizantes automatizadas, que possuem altura de fôrma de 1 metro, abertura de 25 centímetros para a entrada de concreto (espessura da parede) e sistema de elevação acionado por macacos hidráulicos. Segundo Nakamura (2011), este tipo de forma permite uma concretagem contínua, o que diminui consideravelmente o tempo necessário para a execução, frente às fôrmas tradicionais, e das juntas frias do concreto, que são regiões de fragilidades.

Segundo o projeto e a carta de traço, o concreto utilizado neste silo possui Fck de 40 Mpa, e com Slump de 12 +- 2 cm, dosados em central. Durante a investigação, foi relatada a troca do traço de concreto durante as fases de concretagem, onde nas características do novo concreto houve diferença na quantidade de aditivos e do Slump. De acordo com os relatos, houve uma redução significativa nos problemas após a mudança do traço.

3. RESULTADOS

Através das análises feitas *in loco* foi possível identificar diversas falhas no processo de execução do concreto armado, e até mesmo de projeto, que se não sanadas, poderão provocar o aparecimento de manifestações patológicas precoces, o que se pretender evitar diante do atual cenário da durabilidade das estruturas.

Além das falhas, foi encontrada a ocorrência de manifestação patológica, em uma estrutura que ainda não foi finalizada, o que valida os erros cometidos encontrados, e fomentam a questão da durabilidade, onde se tem edificações doentes cada vez mais cedo.

Dentre as falhas de execução encontradas, mencionam-se espaçamentos inadequados entre as armaduras, espaçamento de cobrimento insuficiente, relação água/cimento maior que o recomendado. Como manifestação patológica foi encontrada a presença de nichos de concretagem. Menciona-se ainda que, apesar de não envolver o estudo aprofundado das falhas desta etapa, também foi encontrado falha de projeto em relação à especificação do cobrimento das armaduras, tendo, portanto, sobreposição de origens em algumas falhas.

3.1 Falhas/inconformidades

3.1.1 Espaçamento inadequado entre armaduras

Observou-se uma alta densidade de armaduras em alguns pontos do elemento estrutural, com espaçamentos não compatíveis com a ABNT NBR 6118:2014.

O item 18.3.2.2 ABNT NBR 6118:2014 estabelece valores mínimos para o distanciamento entre as faces das barras, sendo que satisfazer as seguintes condições. Para as distribuições na direção horizontal, deve ser de no mínimo 20 mm; o próprio diâmetro da barra ou 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo. Para as distribuições verticais, mínimo de 2 cm, diâmetro da barra ou 0,5 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo. Também é necessário fazer uma verificação em relação ao diâmetro da ponta da agulha do vibrador. O valor adotado deve ser o maior entre as condições. Estas premissas não foram cumpridas durante a execução, conforme pode ser visto nas Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 – Armadura densa, com espaçamento entre barras insuficiente



Fonte: Autores

Figura 2- espaçamento entre barras menor que o estabelecido por norma



Fonte: Autores

A alta densidade de armadura e a falta do espaçamento adequado impedem o preenchimento satisfatório das formas pelo concreto, pois os agregados não conseguem ultrapassar as barreiras, por ter dimensões superiores aos espaçamentos. Tal falha na execução provoca o típico ninho de concretagem, o qual foi encontrado ao longo de todo silo, percebendo que é uma falha sistêmica da execução.

Para Andrade e Silva (2005), os cuidados mais importantes em relação à armação dos elementos estruturais estão relacionados com a correta disposição, quantidade e diâmetro nominal das barras, que devem estar em conformidade com o projeto. O não atendimento conduz à perda da capacidade resistente e pode levar ao colapso, em casos de maior gravidade, e por isso é considerada uma falha grave.

O maior problema nas falhas de execução das armaduras é sua dificuldade em ser detectada após a conclusão, uma vez que ficam embutidas no concreto e o mesmo teria que ser quebrado Andrade e Silva (2005), mencionam que tais problemas geralmente não apresentam sintomas aparentes,

entretanto quando ocorre, a evolução tende a ser mais acelerada, impossibilitando a execução de reparos.

3.1.2 Espaçamento de cobrimento insuficiente

Outra falha detectada na montagem das armaduras é a ausência do espaço destinado ao cobrimento do concreto. Nos pontos mais altos e nas áreas ainda não concretadas, observou-se que não há espaço suficiente para manter o cobrimento adequado tanto na parte interna e na externa dos elementos estruturais, tendo em vista que a armadura já está dobrada e pronta para receber o concreto.

Apesar deste estudo ser voltado para a identificação de falhas da etapa de execução, é válido apontar uma falha de projeto encontrada em relação ao cobrimento das armaduras, uma vez que esta espessura tem relação direta com a durabilidade do concreto, que é atualmente um requisito fundamental que se deseja alcançar na engenharia quando se fala em estruturas de concreto.
A natureza da falha é a adoção de espessura de cobrimento com inconformidade com a norma técnica, estando abaixo do valor mínimo. A classe de agressividade ambiental determina a espessura mínima de cobrimento das armaduras que deve possuir o elemento estrutural, de forma a proteger contra a ação dos agentes agressores. O item 7.4.7.6 da ABNT NBR 6118:2014 limita, na condição mínima, o cobrimento de 4 cm nas estruturas onde a classe de agressividade ambiental for nível III (zona industrial, que é o caso deste objeto). Entretanto, no projeto está como indicação um cobrimento de 3 cm da estrutura geral, estando abaixo do permitido.

Ou seja, neste item há uma sobreposição nas origens, projeto e execução, na qual a primeira apresenta recomendação com informidade com a norma, e a segunda realizou a montagem sem respeitas as margens de cobrimento adequado, ficando ainda menor que o de projeto.

Menciona-se que a grande densidade de armaduras atrelada ao espaço confinado do elemento estrutural (25 cm) faz com que em diversos pontos sejam observados cobrimentos bem abaixo do recomendado, com alguns casos menor que 2 cm (vide Figura 3 e Figura 4)

Figura 3 – Espaço insuficiente do cobrimento e em desacordo com o projeto



Fonte: Autores

Figura 4- Espaço insuficiente do cobrimento e em desacordo com o projeto



Fonte: Autores

Weber (2014) define o cobrimento de armadura como a espessura de concreto entre a armadura e o limite ao meio externo do elemento estrutural, e sua função é propiciar proteção física, química e mecânica ao concreto armado. A ausência de concreto de cobrimento não é considerada uma manifestação patológica em si, mas uma falha de execução que acarreta em manifestações, como a corrosão de armadura, que pode trazer graves consequências em termos de durabilidade da estrutura (ANDRADE,1997)

Além da ausência do espaço de cobrimento adequado, foram encontradas barras de aço servindo como espaçadores, o que torna o local das armaduras mais propício à corrosão, uma vez que estas possuem como mecanismos a formação de pilhas eletroquímicas. Segundo Weber (2014), a corrosão conduz à formação de óxidos/hidróxidos de ferro, produtos de corrosão avermelhados, pulverulentos e porosos, denominada ferrugem, e só ocorre quando existe um eletrólito, uma diferença de potencial e a presença de oxigênio. Ou seja, a utilização de armaduras como espaçadores faz com fiquem expostas ao ambiente externo, estando sujeitas facilmente à corrosão, que é transmitida à armadura interna essencial para a capacidade da resistência estrutural.

Figura 5 – Utilização de armadura como espaçador



Fonte: Autores

Figura 6 – Utilização de armadura como espaçador



Fonte: Autores

Cabe apontar que a corrosão é um mecanismo de evolução das manifestações patológicas típicao as estruturas de concreto armado, aparecendo com destaque em diversas pesquisas de identificação das manifestações patológicas tais como HELENE (1992), ARANHA (1994), ANDRADE (1997), SILVA et al (2014). No estudo de ANDRADE (1997), a corrosão foi encontrada em 64% dos casos analisados, no de SILVA *et al* (2014), este percentual atinge 96,7%. É importante mencionar que a corrosão de armadura não ocorre isoladamente, estando a sua evolução associada a um ou mais eventos como cobrimento insuficiente, fissuras, infiltrações, umidade, entre outros.

3.1.3 Fator a/c (incompatibilidade com a NBR 6118)

Outro ponto notado durante a execução foi a relação água/cimento (a/c) utilizado no traço do concreto. No projeto, a indicação da relação a/c é dada como 0.55, e no traço da concreteira utiliza-se uma a/c de 0,576. A relação água cimento, chamada de íntima por PETRUCCI (1983), é essencial na característica do concreto já que tem influência na resistência a compressão, na fluidez (abatimento), no consumo de cimento e na durabilidade. Além disso, a melhoria das características

da pasta e a redução da porosidade estão diretamente relacionas à redução da relação água/cimento (HELENE e ANDRADE, 2010)

A ABNT NBR 6118 (2014) estabelece limites na utilização do fator a/c de acordo com a classe de agressividade ambiental em que está inserida a estrutura. Esta limitação é dada visando a durabilidade no concreto, uma vez que um teor de água acima do necessário aumenta a quantidade de poros no concreto, diminuindo sua resistência aos esforços mecânicos e aos agentes agressivos. De forma geral, para uma alta relação a/c, o grau de hidratação é baixo, fazendo com que a pasta de cimento tenha uma porosidade capilar alta (MEHTA E MONTEIRO, 2014).

Conforme dados do projeto, há indicação, com referência à norma ABNT NBR 6118 (2014), em que classifica o local do silo como zona industrial e por isso se engloba na classe de agressividade ambiental III, ou seja, considerada pela norma como “forte”.

Dito isto, percebe-se então que há uma inconformidade da relação a/c utilizada no traço com o limite determinado por norma para a estrutura, que está inserida numa classe de agressividade grau III, superando em 4,7% a quantidade de água limite, que podem afetar as condições de durabilidade.

3.2 Manifestações Patológicas

2.1.2 Nichos de concretagem

Em relação às manifestações patológicas, foram encontrados vários pontos com a presença de ninhos de concretagens ao longo do concreto executado (Figura 7 e Figura 8). O concreto nestas regiões se encontrava bastante fragilizado e poderia ser facilmente desagregado sem o uso de equipamentos. Por meio de observações nota-se que as regiões onde isso ocorreu foram os locais de união entre camadas e pelo tempo relatado entre camadas atribui-se a um possível processo de falha de adensamento e inclusive de dificuldades de ligação entre as camadas (criação de juntas frias). Tais anomalias foram encontradas em diversos pontos do silo e mostram um processo de falha sistêmica no procedimento executivo.

Figura 7- Ninhos de concretagem



Fonte: Autores

Figura 8- Ninhos de concretagem



Fonte: Autores

ARANHA (1994) explica que os ninhos de concretagem são vazios deixados na massa do concreto devido à dificuldade de penetração durante o lançamento não permitindo o completo preenchimento das formas. É uma manifestação patológica que se origina no estado fresco (plástico) do concreto. HELENE (1992) e ARANHA (1994) citam algumas causas principais dos ninhos de concretagem que são: dosagem inadequada do concreto; lançamento e adensamento inadequados; vibração excessiva e/ou insuficiente; erro na especificação do tamanho máximo do agregado.

Estas manifestações patológicas são comuns de acontecer em locais de alta densidade de armadura, armadura com diâmetro elevado, extremidades inferiores de pilares e vigas, e elementos de espessura variáveis. Além disso, o concreto precisar ter uma dosagem adequada para que tenha fluidez suficiente para passagem nas formas. Esta manifestação é considerada pelos autores como típicas do concreto armado, sendo que em termos quantitativos este problema é identificado em 22% das obras, segundo ANDRADE (1997) e 26,7% segundo SILVA E CABRAL (2014).
Em relação à esta manifestação patológica, o fator de trabalhabilidade do concreto é bastante considerado, uma vez que é exigida uma energia para vencer os atritos internos (do próprio material) e externos como as fôrmas e armaduras (NEVILLE e BROOKS, 2013). As estruturas com alta taxa de armadura, devem possuir um espalhamento melhor, ou seja, maior fluidez, para que consiga penetrar os espaços com mais facilidade. Este parâmetro depende, além de outros, do teor de água ou da utilização de aditivos.

Foi relatada a troca do traço utilizado, e após a modificação, os problemas tiveram uma melhora significativa, segundo os profissionais. A mudança consistiu apenas no acréscimo de 0,1% de um aditivo redutor de água. Como o teor de água não foi alterado, entende-se que a fluidez do concreto foi aumentada, causando melhor espalhamento, além de efeitos secundários, como a coesão, justificando a melhora relatada.

Tomando ainda estes pontos de união do concreto, onde mais incidiu a presença dos nichos de concretagem, foi verificado que na altura em que a concretagem foi paralisada, a face superior elemento estrutural, que receberá o novo concreto, se encontra com muitas partículas soltas, como agregados graúdos, poeira, arames, pedaços de barras de aço (Figura 9 e Figura 10).

Figura 9 - Presença de sujidades na interface concreto velho/concreto novo



Fonte: Autores

Figura 10- Presença de sujidades na interface concreto velho/concreto novo



Fonte: Autores

A falta de aderência entre os dois concretos pode prejudicar o desempenho da estrutura. O concreto fresco não deve ser lançado sobre o antigo sem que antes seja feita a ligação correta entre os 2 materiais, que envolve primeiramente a preparação da superfície concretada e a criação de ponte de aderência, por meio da eliminação de quaisquer sugidades na interface, a condição de saturada superfície seca e, em alguns casos, da aplicação de produto de ligação.

4. CONCLUSÃO

Este estudo de caso permitiu a identificação de falhas e inconformidades durante a execução de um silo de concreto armado, que dão origens ao desenvolvimento das manifestações patológicas. Foram encontradas as falhas que tendem a desenvolver as manifestações patológicas típicas do concreto armado, como espaçamentos inadequados entre as armaduras, espaçamento de cobrimento insuficiente, relação água/cimento maior que o recomendado. Menciona-se ainda a falha na etapa de projeto encontrada referente à indicação da espessura do concreto de cobrimento da estrutura.

Todos as falhas identificadas afetarão, de alguma forma, a durabilidade desta estrutura, e provocarão o surgimento de manifestações patológicas, além daquelas que já são possíveis de ser identificadas, como é o caso do ninho de concretagem.

O interessante é que neste estudo de caso, foi possível a visualização da origem exata da falha, o que não é possível, em geral, de se detectar precisamente em uma investigação diagnóstica, após a construção total da estrutura, sem que haja um processo destrutivo, e em alguns casos, torna-se inviável, ou fatal para a estrutura, uma vez que as falhas ficam ocultas após a concretagem.

Constata-se, mediante às falhas e manifestações encontradas, a convergência para os problemas típicos de estruturas de concreto armado, ficando evidente que esta etapa carece de um controle tecnológico maior, capacitação da mão de obra, e desenvolvimento da técnica dos próprios responsáveis técnicos, uma vez que é fundamental o conhecimento das propriedades do concreto, fresco e endurecido, e das técnicas construtivas corretas para que o material seja empregado, e executado adequadamente visando uma maior durabilidade.

Chama-se atenção que apenas uma etapa do processo construtivo foi avaliada neste estudo, e, as outras etapas também dão origem a outras manifestações patológicas, ou se sobrepõe, como é o caso da inconformidade na indicação do concreto de cobrimento no projeto do objeto em estudo, aumentando em quantidade ou em evolução os problemas patológicos que surgirão.

Por fim, se a baixa durabilidade das edificações é, de fato, um fator que preocupa os profissionais e a tecnologia do concreto, devem ser tomadas ações que visem a promoção da melhora na execução, com uma capacitação mais rigorosa dos profissionais envolvidos. Além disso, a padronização de certas manifestações patológicas nas edificações, e a constatação dos pesquisadores quanto à pouca técnica existente na etapa de execução, levanta a ideia de que é necessário então uma ação na construção civil que visa mitigar a geração destes problemas patológicos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.J.O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: Análise das manifestações patológicas nas estruturas do estado de Pernambuco.** UFRGS, Porto Alegre, 1997.

ANDRADE, Tibério. SILVA, Angelo Just da Costa. **Patologia das Estruturas.** *In*: ISAIA, Geraldo Cechella. Concreto: Ensino, Pesquisas e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. p. 953-983.

ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica.** UFRGS, Porto Alegre, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Estruturas de Concreto.** Procedimento- NBR 6118. Rio de Janeiro, 2004.

FRANÇA, Alessandra A. V. MARCONDES, Carlos Gustavo N. ROCHA, Francielle C. MEDEIROS, Marcelo H. F. HELENE, Paulo. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil.** Disponível em< https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set-2011-Prof.pdf >. Ed. 174, 2011. Acesso em: 14 de março de 2022.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Concreto de Cimento de Portland.** *In*: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo: IBRACON, 2010. p. 905-944.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 8. ed. São Paulo: Editora PINI, 1992.

LAPA, J,S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** UFMG, Belo Horizonte, 2008.

LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld; LANDI, Francisco Romeu. **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2. ed. São Paulo, IBRACON, 2014.

NAKAMURA, Juliana. **Transporte: Fôrmas deslizantes.** 8. ed. Setembro, 2011. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075649/mod_folder/content/0/A.%20F%C3%B4rmas/10.%20F%C3%B4rmas%20deslizantes%20%28InfraestruturaUrbana%2C%202011%29.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 08/03/2022

NEVILLE, A.M; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PETRUCCI, E.G.R. **Concreto de Cimento de Portland.** 10. ed. Porto Alegre- Rio de Janeiro: Globo, 1983.

SABBATINI, Fernando Henrique. CARDOSO, Francisco Ferreira. FRANCO, Luiz Sérgio. BARROS, Mercia Maria S.B. **PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES Conceitos iniciais e Metodologia.** 14 slides. São Paulo, 2003. Disponível em: < https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/conceitos-de-patologias>. Acesso em: 14/03/2022.

SILVA, L.K; CABRAL, A.E.B. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará.** ENTAC, Maceió, 2014. Disponível em: < http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Luiza_Kilvia_Levantamento%20de%20Manifestacoes%20Patologicas%20em%20Estruturas%20de%20Concreto%20Armado%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf>. Acesso em 09/03/2022.

SOUZA, V.C; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Editora PINI, 1998.

WEBER, L.F.L. **Cobrimento da armadura em estruturas de concreto armado: Análise comparativa entre os valores projetados nas obras do Vale do Taquari.** UNIVATES, Lajeado, 2014. Disponível em: < https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/643/1/2014 LuisFernandoLuccaWeber.pdf>. Acesso em 10/03/2022