CONSTATAÇÃO DE ERROS COMUNS EM EDIFICAÇÕES NA FASE DE OBRA QUE PODEM GERAR PROBLEMAS PATOLÓGICOS FUTUROS

OBSERVATION OF COMMON ERRORS IN BUILDING PHASE THAT CAN GENERATE FUTURE PATHOLOGICAL PROBLEMS

CONSTATACIÓN DE ERRORES COMUNES EN FASE DE CONSTRUCCIÓN QUE PUEDEN GENERAR FUTUROS PROBLEMAS PATOLÓGICOS

E. N. SANTANA
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
edipo.santana@gmail.com

G. M. LACERDA
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
gabrielmurtha@gmail.com

G. C. SANTOLIN
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
gabrielasantolin@gmail.com

L. B. LECCHI
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
laislecchi@gmail.com

N. M. D SCOTÁ
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
nadiadrago@hotmail.com

R. B. BROETTO
Estudante de Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
raizabroetto@gmail.com

G. L. VIEIRA
Prof ª. Dr ª. Eng ª. Civil - UFES
Universidade Federal do Espírito Santo
ES; Brasil
geilma.vieira@gmail.com

RESUMO
As manifestações patológicas incidentes nas edificações podem se originar em qualquer etapa de produção, ou utilização. São constantemente objeto de preocupação para todos os envolvidos com a obra, em qualquer estágio que ela esteja e sejam eles o projetista, o construtor ou o proprietário. Estudos estatísticos realizados por Verçoza (1991) mostram que na etapa de projeto é onde ocorrem a maioria das falhas, sendo estas em torno de 40%. Seguidamente, estima-se que na fase de execução ocorra 28% das falhas. O emprego de materiais impróprios para uso representa 18%, o uso inadequado de materiais 10% e, a falta de planejamento 4% das falhas, totalizando 100%. Todos estes fatores citados contribuem para o surgimento de manifestações patológicas na edificação, fazendo com que a mesma não atenda aos requisitos dos usuários, tampouco às normas de desempenho, durante o tempo de vida útil previsto em projeto. Tendo por base a metodologia de Lichtenstein (1985) para diagnóstico de patologias, foi realizada uma vistoria em uma edificação habitacional, em fase de obra, localizada no município de Vila Velha, no estado do Espírito Santo, Brasil. Através da vistoria foi possível constatar problemas de projeto, execução e ainda, o emprego de materiais inadequados para uso. Ao longo do artigo serão mostrados, desde manifestações patológicas já existentes, mesmo na fase de obra, a erros comuns que eventualmente se tornarão patologias futuras.
Palavras-chave: Patologia. Edificação. Materiais.

ABSTRACT
Pathological manifestations incident to buildings can originate at any stage of production, or use. It is constantly an object of concern to everyone involved with the work, at whatever stage it is and whether they are the designer, the builder or the owner. Statistical studies performed by Verçoza (1991) show that in the design stage is where most of the failures occur, being around 40%. Consecutively, it is estimated that in the execution phase 28% of failures occur. The use of materials unfit for use represents 18%, inadequate use of materials 10% and, lack of planning 4% of failures, totaling 100%. All these factors contribute to the

appearance of pathological manifestations in the building, which makes that it does not meet the requirements of users, neither the performance norms, during the expected lifetime provided in the project. Based on the methodology of Lichtenstein (1985) to diagnose pathologies, a survey was made in a residential building, in work stage, located in Vila Velha city, state of Espírito Santo, Brazil. Through the survey it was possible to verify problems of design, execution and also, the use of materials unsuitable for use. Throughout the article will be shown, from existing pathological manifestations, even in the work phase, to common mistakes that eventually will become future pathologies.
Keywords: Pathology. Building. Materials.

1. INTRODUÇÃO

Algumas manifestações patológicas podem ser constatadas durante a fase de execução de obras. Problemas como a falta de compatibilização de projetos, a utilização de materiais inapropriados e erros de execução, por exemplo, podem contribuir com o comprometimento da vida útil da construção, gerando elevados custos para correção e riscos aos frequentadores do local. Além disso, também afetam visualmente a estrutura e, consequentemente, seu valor econômico.

De acordo com Ripper (1998), as causas que levam às manifestações patológicas são diversas e determinadas falhas podem ser causadas por mais de um fator. Figueiredo (2003) considera que na fase de obras de uma edificação, as principais causas de manifestações patológicas podem estar relacionadas à fase de projeto, aos materiais utilizados, à execução da obra e consequente controle de qualidade apresentado, e também à compatibilização dos projetos.

O objetivo da presente pesquisa foi analisar as manifestações patológicas observadas em uma obra residencial em fase de construção, localizada em Vila Velha, no estado do Espírito Santo, Brasil, na orla marítima. As manifestações encontradas incluem corrosão das armaduras, lixiviação e fissuras. Também foram encontradas algumas inconsistências, que podem, futuramente, causar diferentes deficiências na construção. Através da identificação das manifestações patológicas já presentes na fase de obra e dos erros observados que podem gerar patologias futuras, pode-se realizar a manutenção preventiva, reduzindo-se posteriores gastos excessivos com a reparação da obra. Também é possível evitar acidentes e problemas graves, que possam comprometer o edifício estruturalmente.

2. DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO

O desempenho de uma edificação, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), é definido como o comportamento em uso desta edificação e de seus sistemas e é aplicada como um complemento às Normas prescritivas, tendo por objetivo estabelecer um conjunto de requisitos e critérios para que a edificação possa desempenhar suas funções com uma melhor durabilidade e eficiência. A Norma de Desempenho traz então para o desenvolvimento dos empreendimentos residenciais, preocupações com a expectativa de vida útil, o desempenho, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção dessas edificações (ABNT, 2013).

Uma obra deve resistir a diversas agressões ou solicitações ao longo do tempo, como chuva, frio, calor e outras variações do ambiente, conservando sua estética (CASCUDO, CARASEK, 2014). Deve-se então atentar para que toda a etapa de construção e manutenção da obra respeite os limites e normas estabelecidos, relacionados ao cálculo estrutural, ao dimensionamento, à escolha dos materiais, à execução da obra e à cura do concreto.

Dentre as diversas patologias existentes em estruturas de concreto, serão descritas algumas das mais comuns, sendo objeto de interesse deste artigo: a corrosão das armaduras; lixiviação do concreto; e fissuração relacionada à sobrecarga.

2.1 Corrosão das armaduras

Uma estrutura de concreto, em ambiente de severa agressividade, pode possuir diferentes formas de deterioração, que causam problemas à sua durabilidade e desempenho. Dentre tais formas, a corrosão das armaduras é a principal causa do fim precoce da vida útil das estruturas de concreto (HELENE, 1986 apud POLITO, 2006; VAL e STEWART, 2003).
Em condições favoráveis, o concreto possui elevada capacidade de proteger as armaduras contra a corrosão, que se deve à camada de passivação eletroquímica das armaduras na solução altamente alcalina

presente nos poros do concreto. No entanto, a corrosão pode se iniciar no momento em que a passividade é rompida, seja devido à carbonatação do concreto ou à presença de cloretos (GJORV, 2015, p.70).

A carbonatação é causada pela perda de alcalinidade do concreto por ação do CO_2 (gás carbônico) que transforma os compostos do cimento em carbonatos e causa a neutralização da alcalinidade na matriz do concreto, o qual desencadeia as reações de corrosão do aço (BERTOLINI et al., 2013).

No ataque por íons de cloreto, os mesmos reagem diretamente com a camada de passivação do aço, causando sua destruição. Esse processo, chamado de ataque por cloretos, é o principal causador da corrosão precoce das armaduras (SILVA e LIBORIO, 2004 apud MORIGAKI, 2016).

2.2 Lixiviação do concreto

A lixiviação do concreto é causada pela ação de águas puras, carbônicas, agressivas e ácidas que dissolvem e carreiam compostos hidratados da pasta de cimento. Com isso a superfície de concreto reduz significamente sua dureza e resistência superficial, reduzindo seu pH, além de gerar fissuras aleatórias em função do carreamento de material da superfície (MEHTA, 2008).

2.3 Fissuração

A fissuração, apesar de afetar a aparência e a estética das estruturas, só deve ser verificada como uma deficiência estrutural dependendo da origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente (SOUZA e RIPER, 1998).

As várias causas prováveis de ocorrência de fissuração podem ser decorrentes de cargas diretas, com sobrecargas não previstas, armadura insuficiente, posicionamento incorreto das armaduras, um concreto com resistência insuficiente ou um recalque diferencial das fundações (LANER, 2001).

Outras formas de fissuração que podem ocorrer são dadevido à retração do concreto, no seu estado fresco ou endurecido(i); ao assentamento plástico e movimentação de fôrmas de forma incorreta(ii); às variações de temperatura que podem causar grande variação volumétrica no concreto(iii); e por fenômecos químicos deletérios, como as reações álcali-agregados e o ataque por sulfatos(iv) (CARMONA, 2013).

3 METODOLOGIA

A fim de analisar as manifestações patológicas já presentes na fase de obra da edificação e erros que podem gerar futuros problemas patológicos, o método empregado na realização desta pesquisa consistiu na prática de três etapas:

1) Vistoria do local: análise visual criteriosa em todos os pavimentos da edificação, acompanhado de registro fotográfico, observando manifestações patológicas, incompatibilidades de projetos e más práticas de execução;

2) Anamnese da edificação: levantamento de informações sobre os usos da edificação, períodos em que a construção foi interrompida, possíveis danos causados pela agressividade do meio, entre outros;

3) Análise de dados: identificação das manifestações patológicas a partir dos registros fotográficos e da anamnese da edificação, além de pesquisas em estudos científicos e nas Normas Brasileiras pertinentes. Posteriormente, a apresentação dos possíveis diagnósticos que tenham provocado à queda no desempenho da edificação.

4 ESTUDO DE CASO

A obra em questão é um edifício residencial de 16 pavimentos, sendo 1 subsolo, pavimento térreo, 3 pavimentos de garagem, 10 pavimentos tipo e cobertura, localizado na orla da praia de Itapuã, na cidade de Vila Velha, no estado do Espírito Santo, Brasil. A vistoria foi realizada no dia 12 de julho de 2017, com 64% da obra realizada.
Na Figura 01 encontra-se a imagem via satélite de localização da obra e na Figura 02 a fachada da obra na data em que foi visitada, respectivamente:

Figura 01: Ponto de localização da obra via satélite. Fonte: https://www.google.com.br/maps

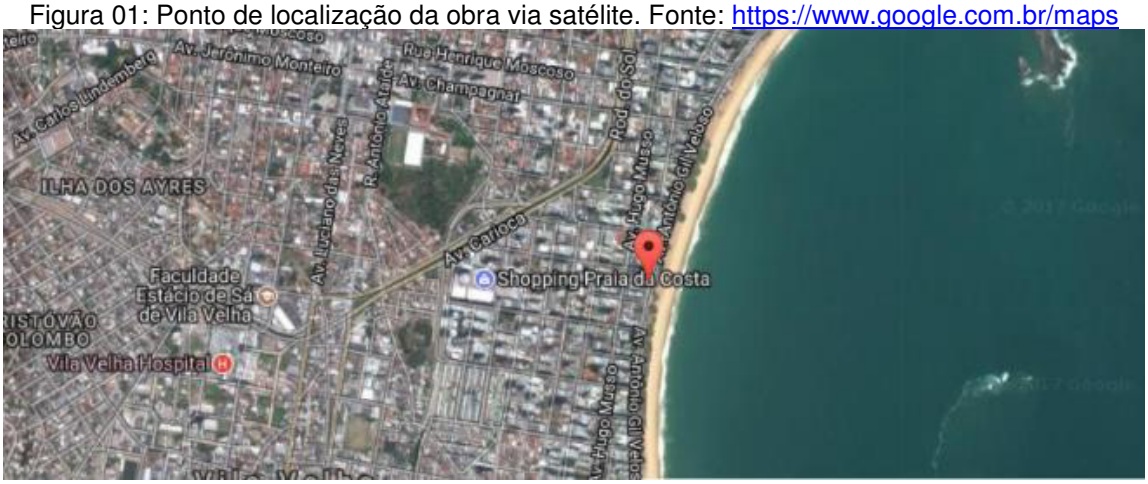


Figura 02: Foto da obra tirada no dia da vistoria. Fonte: Arquivo pessoal (2017)



Por estar localizada na orla da praia, a classificação da edificação quanto à agressividade ambiental do meio à qual se encontra, de acordo com a NBR 6118:2014, está classificada como classe III de agressividade, onde há um grande risco de deterioração da estrutura.

Vale ressaltar, para posterior discussão dos resultados, que a obra foi iniciada em março de 2013. Porém, após a conclusão da etapa estrutural em junho de 2014, a obra ficou parada por mais de um ano, sendo retomada em setembro de 2015. Também no início de 2016 a obra permaneceu parada novamente por um período de 3 meses, sendo retomada em junho de 2016.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Umidade

De acordo com Ripper (1984) a umidade é o maior inimigo das construções e da saúde dos seus ocupantes. Nascimento (2015) afirma que a presença da água nas edificações pode comprometer não só a sua durabilidade, diminuindo a vida útil, com também a saúde e segurança do usuário, causando doenças, além de prejudicar a estética do edifício.

Durante a inspeção encontrou-se como manifestações patológicas causadas por umidade manchas, falhas no sistema de impermeabilização e lixiviação.

5.1.1 Manchas de umidade

Durante a inspeção detectou-se dois tipos de mancha de umidade. Nas escadas entre o pavimento dos reservatórios de água e a cobertura (Figura 03), as manchas são provavelmente do tipo causadas pela absorção de águas de infiltração ou de fluxo superficial de água, que segundo Bauer (1997) ocorrem por falta ou falha no sistema de impermeabilização vertical e/ou drenagem, de fato os dois pavimentos atendidos pela escada ainda não contavam com sistema de drenagem nem com impermeabilização.

O outro tipo de mancha de umidade foi detectado nas escadas entre o mezanino e a garagem subterrânea foi do tipo causada pela absorção higroscópica de água que ainda de acordo com Bauer (1997) ocorrem com mais frequência em locais subterrâneos, devido à formação da “umidade de equilíbrio”. De acordo com (CINCOTTO, 1988), caso essa patologia não seja tratada é provável o surgimento de mofo ou bolor na superfície que tende a desagregar o concreto.

Figura 03 – Manchas de umidade na escada (a) entre o pavimento dos reservatórios de água e a cobertura e (b) entre o mezanino e a garagem subterrânea (direita). Arquivo pessoal (2017)



(a) (b)

5.1.2 Falhas no sistema de impermeabilização

Visitando a futura cozinha da área de lazer, localizada na cobertura da edificação, verificou-se graves falhas de aplicação do sistema elástico de impermeabilização, Figura 04. Constatou-se falta de aderência entre a tela e o produto utilizado além de irregularidade na aplicação. Durante a inspeção o sistema se encontrava durante o teste de estanqueidade e mesmo antes de seu término já era possível perceber manchas de umidade nas paredes, ou seja, o sistema não cumpria sua função de manter a região na qual foi aplicado estanque.

Figura 04 – Falhas encontradas no sistema de impermeabilização. Arquivo pessoal (2017)



5.1.3 Lixiviação.

Durante a inspeção no pavimento técnico (pavimento intermediário localizado entre a cobertura e o último pavimento tipo), constatou-se a presença de carbonato de cálcio em uma das paredes e longas extensões de estalactites no teto, conforme a Figura 05. As possíveis causas da lixiviação existente neste pavimento são a ausência de instalação de um sistema de drenagem na cobertura e pavimento superior, além de falhas na impermeabilização das duas piscinas da cobertura, visto que, as estalactites se concentravam em regiões imediatamente inferiores as piscinas.

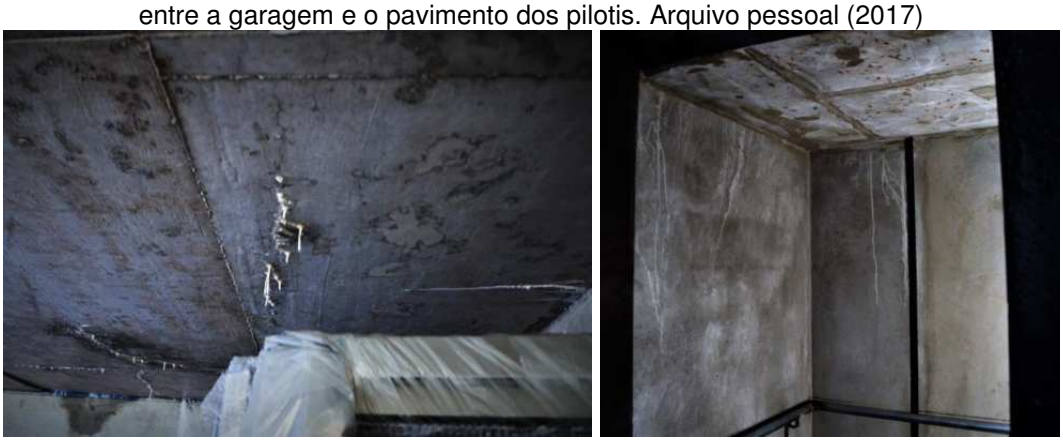
Figura 05 – Lixiviação na área técnica (a) carbonato de cálcio em parede e (b) estalactites no teto. Arquivo pessoal (2017)



(a) (b)

Nas paredes da escada entre a garagem e o pavimento dos pilotis e em grande parte do teto da garagem encontrou-se com maior intensidade carbonatos de cálcio e estalactites, conforme se verifica na Figura 06.

Figura 06 – Lixiviação na garagem (a) estalactites no teto e (b) carbonato de cálcio em parede da escada entre a garagem e o pavimento dos pilotis. Arquivo pessoal (2017)



(a) (b)

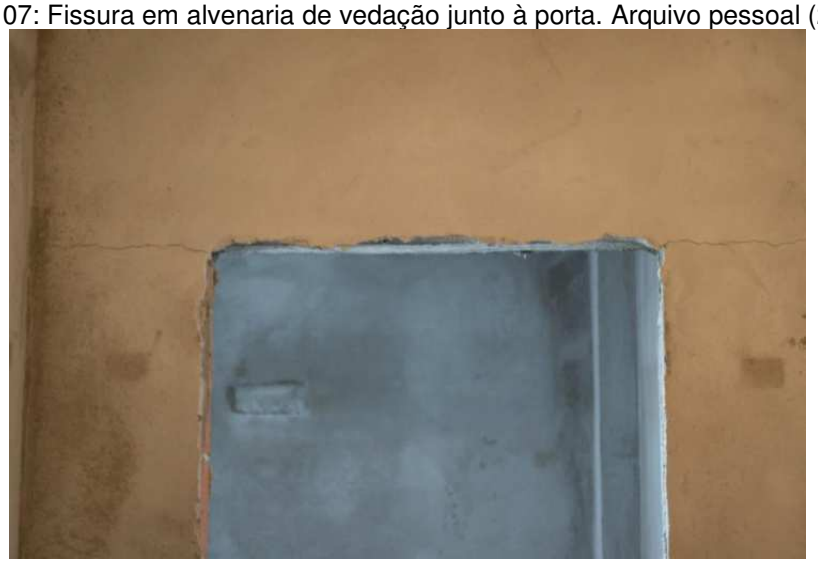
Neste pavimento os casos de lixiviação foram possivelmente causados pelo acumulo de água no pavimento superior, pilotis, que foi inundado por água de chuva captada dias antes da inspeção pelo sistema de água pluvial que estava inacabado e tinha termino no pilotis. O volume de água pluvial no pilotis era tão grande que uma abertura foi feita na laje desse pavimento como uma forma de escoamento.

É importante salientar a necessidade da recuperação dessas estruturas, em especial na garagem, onde além de estar suscetível ao ataque dos cloretos provenientes da névoa salina, também estará sujeito a ação do CO_2, oriundo da emissão dos veículos, resultando na corrosão na armadura e carbonatação do concreto.

5.2 Fissuras

Através da análise visual da construção, foram encontradas fissuras horizontais junto aos vãos das portas (Figura 07). Esse tipo de manifestação patológica provavelmente apresenta como causa a atuação de sobrecargas, onde, segundo Thomaz (1989), nos cantos há elevada concentração de tensões devido à perturbação no andamento das isostáticas. Foi constatada a colocação dos blocos cerâmicos com os furos dispostos na direção vertical, em alvenaria de vedação, a fim de receberem tubulações. De acordo com a ABNT NBR 8545:1984, os blocos cerâmicos sem função estrutural devem ser colocados com os furos no sentido horizontal.

Figura 07: Fissura em alvenaria de vedação junto à porta. Arquivo pessoal (2017)



Também foram observadas algumas características que podem levar ao aparecimento de fissuras, como recortes em partes da alvenaria a fim de possibilitar a passagem de tubulações (Figura 08 e Figura 09), utilização de blocos cerâmicos danificados (Figura 10) e execução de juntas secas verticais praticamente em todas as paredes. O corte da alvenaria pode prejudicar o desempenho mecânico da estrutura do

edifício. Os blocos queimados podem estar comprometidos e não atender às especificações exigidas na ABNT NBR 7171:1992. A junta seca diminui a resistência ao cisalhamento do painel de parede, o que poderá ser prejudicial em caso de sobrecargas eventuais, causando fissuras.

Figura 08: Rasgo ao longo de toda a parede para instalação de eletroduto. Arquivo pessoal (2017)



Figura 09: Recorte em alvenaria para passagem de tubulações e juntas secas verticais. Arquivo pessoal (2017)



Figura 10: Blocos danificados (queimados) utilizados em alvenaria. Arquivo pessoal (2017)



5.3 Corrosão

A corrosão eletroquímica, ou corrosão aquosa, é a que efetivamente traz problemas às obras civis segundo Cascudo (1997). O autor a define sendo um ataque de natureza eletroquímica, que ocorre em meio aquoso,

como resultado da formação de uma pilha ou célula de corrosão, com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da superfície do aço.

No concreto armado, além da resistência mecânica a compressão o concreto tem a função de proteger físicamente e quimicamente, o aço. As armaduras inseridas nas estruturas de concreto estão inicialmente protegidas pelo cobrimento regulamentado em projeto, que forma uma barreira física aos fatores externos. A perda desta proteção pode desencadear e acelerar um processo corrosivo. A corrosão ocorre quando o concreto é permeável o suficiente para permitir que íons penetrem até a armadura. Estes íons, juntamente com água e oxigênio, dão início ao processo de corrosão.

A deterioração das barras de aço imersas no concreto é caracterizada pela destruição da película passivante, ou protetora, existente ao redor de toda superfície das barras. Esta película é formada com o impedimento da dissolução do ferro pela elevada alcalinidade da solução aquosa existente no concreto, e somente com sua remoção ou tornando-se permeável é que o processo de corrosão das armaduras pode-se iniciar (SOUZA e RIPPER, 1998).

Nesse contexto, os autores afirmam que para não exista corrosão é necessário e suficiente que:

- O pH do concreto seja claramente indicador de solução básica (carbonatação controlada);
- Os agentes agressores não atinjam a armadura (especialmente os cloretos).

A obra em estudo nesta pesquisa está localizada na orla da cidade de Vila Velha-ES com sua fachada principal a poucos metros do mar. Este ambiente propicia a atuação direta de névoa salina e de poluição urbana (e industrial) na edificação. Estão presentes ininterruptamente os agentes agressores da corrosão das armaduras, Cl^- e CO_2 responsáveis pelo ataque de íons cloreto e pela carbonatação do concreto, respectivamente.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) o edifício se encontra na classe de agressividade ambiental III (forte) em relação ao concreto, devendo apresentar de cobrimento para vigas e pilares em concreto armado o mínimo de 40 mm e para concreto protendido (lajes) o mínimo de 45 mm. Vale ressaltar que devido à obra ter sido iniciada em 2013, com projeto anterior a isso, os cobrimentos exigidos pela norma de 2007 eram inferiores.

Durante a vistoria, pôde se identificar vários pontos de exposição de armadura, dando abertura ao processo de corrosão. Em algumas situações a exposição foi gerada por ninhos de concretagem (Figura 11 (a)), causados provavelmente por falha na vibração do concreto durante a concretagem. Na maioria dos casos, a exposição das armaduras foi gerada pela perfuração indevida da laje para passagem de tubulações, indicando a não compatibilização dos projetos, como pode ser observado na Figura 11 (b) e Figura 12 (a) e (b).

Figura 11 – Armaduras expostas com presença de corrosão (a) ninho de concretagem e (b) perfuração na laje não prevista em projetos. Arquivo pessoal (2017)



(a) (b)

Figura 12 – Exposição de armadurara ativa protendida (cordoalha engraxada) e armadura passiva com presença de corrosão (a) perfuração na laje não prevista em projetos. (b) cobrimento não adequado. Arquivo pessoal (2017)



(a) (b)

Na vistoria realizada pode-se identificar a presença de corrosão das armaduras nos pontos em que estavam expostas, como apresentado na Figura 11 e Figura 12. O que pode ser justificado pela agressividade do meio em que o edifício está inserido, ambiente marinho e urbano, sendo agravado pelo períodos em que a obra permaneceu parada sem proteção adicional ao concreto.

Na Figura 12 (b) verifica-se que o cobrimento da laje protendida não atende o cobrimento mínimo de 45 mm preconizado pela ABNT NBR 6118 para classe de agressividade ambiental III em que o edifício se enquadra, não sendo suficiente para a proteção das armaduras.

Por observação, na maior parte das áreas a corroção caracteriza-se como do tipo por pite, ou localizada, típica de corrosão devido ao ataque de íons cloreto. Havendo também em algumas áreas, a presença de corrosão generalizada, que é causada pela carbonatação do concreto. Para precisão do diagnóstico faz-se necessário o uso de ensaios colorimátricos.

As lajes protendidas do edifício estudado utilizaram o sistema de protensão sem aderência com cordoalhas engraxadas. Além da corrosão das armaduras, outra questão importante a ser observada na Figura 11 (b) e Figura 12 é a incompatibilidade dos projetos, em conjunto com más práticas de execução, resultando em perfurações inadequadas nas lajes protendidas e expondo armaduras passivas e ativas (cordoalhas engraxadas). A deterioração das lajes devido as perfurações podem comprometer a segurança estrutural do elemento, diante disso o projetista estrutural deve ser informado para que esteja ciente do ocorrido e indique as medidas corretivas que se fassam necessárias.

Soluções simples poderiam diminuir a frequência de problemas da corrosão no concreto armado, como o aumento da resistência do concreto, redução da relação água/cimento, projeto de rufos, pingadeiras e detalhes que impeçam a infiltração de água, aumento da espessura de cobrimento (e devida fiscalização em obra para garantir correta execução), e impermeabilização de superfícies com contato direto com o meio ambiente.

Conclusão

O principal objetivo deste artigo foi identificar, através de vistoria, as principais manifestações patológicas existentes em uma obra residencial em fase de construção, localizada em Vila Velha, no estado do Espírito Santo, Brasil, na orla marítima. Foram encontrados, principalmente casos de lixiviação, fissuração e corrosão das armaduras. Destaca-se que as análises não podem ser consideradas como totais, em razão da subjetividade que envolve a interpretação das manifestações.

O controle do surgimento das manifestações patológicas, durante o processo construtivo, é indispensável para melhorar os níveis de durabilidade e vida útil das edificações, porém tal prática ainda é negligenciada por proprietários de imóveis, deixando pequenos problemas se transformarem, com o tempo, em grandes manifestações patológicas que precisam de interferências complexas e que exigem mais tempo, maior investimento e geram grandes perturbações às atividades habituais de um edifício, como as que serão necessárias para o tratamento dos ambientes lixiviados e corroídos do edifício avaliado. Deve ser ressaltado ainda, que os erros de projeto e execução, além da falta de compatibilização de projetos dos elementos construtivos podem gerar a ocorrência das manifestações patológicas.

Desse modo, este trabalho contribui para reforçar a importância da elaboração cuidadosa de projetos de edifícios, o controle das etapas construtivas – levando em consideração as normalizações existentes – e apresentar o diagnóstico e tratamento de manifestações patológicas.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1:2013**. Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. 2013. São Paulo – SP. Publicada em 19/02/2013. Válida a partir de 19/07/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171**: Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica**. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Argamassa - SBTA, 1997. Anais ... Salvador,p. 321–362.

BERTOLINI, L. et al. **Corrosion of steel in concrete: prevention, diagnosis, repair**. John Wiley & Sons, 2013.

CARMONA, A.; CARMONA, T.G. **Fissuração nas estruturas de concreto**. Boletim técnico. ALCONPAT, 2013.

CASCUDO, O. O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo: Goiânia, GO: PINI, Editora UFG, 1997.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. **Durabilidade do Concreto: Bases científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente**. Ed. J.P. Olliver e A. Vichot. São Paulo, IBRACON, 2014.

CINCOTTO, M.A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. In: Tecnologia de edificações. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554. concreto. Ambiente Construído, São Paulo, v.1, n.2, p. 45-57, julho/dez 1997.

CRUZ, J.H.P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia.** UFRGS, Porto Alegre, 2003.

FIGUEIREDO, Andrey Carvalho. **Proposta de metodologia para estudo de patologias nas edificações do CTA – São José dos Campos**. 2003. 156 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. Disponível em <http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2003/tg2003-02.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

FILHO, Firmino Soares Siqueira. **Sistemas Impermeabilizantes. Curso de Especialização em Construção Civil**. UFMG.

FRANÇA, R. M. M.; MONTEIRO, E.C.B. **Análise das Manifestações Patológicas encontradas em Edificação Residencial Unifamiliar no Agreste Pernambucano**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Volume 1, Número 1, 2016

GJORV, O.E. **Projeto da durabilidade de estruturas de concreto em ambientes de severa agressividade**. São Paulo, Oficina de Textos, 2015.

HELENE, P.R.L.. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de**

LANER, F.J. **Manifestações patológicas nos viadutos, pontes e passarelas do município de Porto Alegre**. 2001. 145f. Dissertação (Mestrado em engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3° Edição. São Paulo, IBRACON, 2008.

MORIGAKI, I. F. **Adequação do projeto estrutural de edificações residenciais de concreto à norma brasileira de desempenho: Estudo de caso. 2016**. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Engenharia Civil.

NASCIMENTO, C. D**. Análise das manifestações patológicas nas estruturas de concreto do campus Goiabeiras da UFES**. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015, 2015.

PINTO, J.A.N**. Patologias de impermeabilização.** Santa Maria: Multipress, 1996. 270 p.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação**. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: Pini, 1984.

SANTOS, S.S. **Patologia das construções**. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 Julho/2014, 2014.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na Construção**. Porto Alegre: Sagra, 1985.