CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.204
ISBN 978-65-86819-05-2

ESTUDO PATOLÓGICO VOLTADO PARA CONDIÇÕES DE CARBONATAÇÃO EM PILAR SITUADO NA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA DA UFERSA-CARAÚBAS

DANTAS NETO, JOÃO ANTONIO
GRADUANDO EM ENGENHARIA CIVIL
UFERSA
RIO GRANDE DO NORTE; BRASIL
JOAODANTASUFERSA@GMAIL.COM

BESSA, CARLOS VINÍCIUS DAMACENO
DOCENTE DE ENGENHARIA CIVIL
UFERSA
RIO GRANDE DO NORTE; BRASIL
VINIBESSASP@HOTMAIL.COM

DANTAS, LUCAS RAMOS
DOCENTE DE ENGENHARIA CIVIL
UFERSA
RIO GRANDE DO NORTE; BRASIL
LUCAS.DANTAS@UFERSA.EDU.BR

SILVA, ILG PATRICK DANTAS
ENGENHEIRO CIVIL
UFERSA
RIO GRANDE DO NORTE; BRASIL
ILG@GRUPOBRISANET.COM.BR

RESUMO

Boa parte das obras públicas brasileiras destacam-se pela ausência de manutenções preventivas e corretivas, assim como pela baixa eficiência do gerenciamento de qualidade, com emprego de projetos padronizados sem as devidas modificações e cronogramas que priorizam o término da obra no menor tempo possível. Associado a este contexto tem-se que tais obras são destinadas a um grande número de pessoas, aumentando a demanda de capacidade de suporte da obra. Como resultado observa-se um elevado surgimento de manifestações patológicas nesses tipos de construções, fazendo-se necessário uma análise estratégica de tais manifestações, que envolva todo o seu contexto. Diante disto, a utilização de ensaios pode ser considerada uma ferramenta importante no processo de estudo patológico, transmitindo informações essenciais, que muitas vezes não podem ser reconhecidas em uma simples inspeção visual. Nesse sentido, aspectos relacionados as características físicas, químicas e mecânicas de elementos alvo de manifestações, podem ser identificados através de diferentes ensaios de diagnóstico. Neste contexto, objetiva-se avaliar a ocorrência de desagregação de revestimento de um pilar situado na residência universitária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - Campus Caraúbas, por meio da aplicação do indicador ácido-base fenolftaleína no elemento estrutural, para avaliação da profundidade de carbonatação do concreto. Com isto, observou-se o desenvolvimento do processo de carbonatação em cerca de 5 centímetros de profundidade no pilar analisado, apontando-se para uma possível exposição de armadura as ações promovidas pela presença de umidade.
Palavras-chave: Manifestações Patológicas, Carbonatação, Diagnóstico.

ABSTRACT

Most of the Brazilian public works stand out for the lack of preventive and corrective maintenance, as well as the low efficiency of quality management, with the use of standardized projects without right modifications and schedules that prioritize the conclusion of the work in the shortest possible time. Associated with this context those works are intended for a large number of people, increasing the demand for carrying capacity of the work. As a result, there is a high emergence of pathological manifestations in these types of constructions, requiring a strategic analysis of such manifestations, involving their entire context. Given this, the use of assays can be considered an important tool in the pathological study process, transmitting essential information, which often cannot be recognized in a simple visual inspection. In this sense, aspects related to the physical, chemical and mechanical characteristics of manifestation target elements can be identified through different diagnostic tests. In this context, the present work aims to evaluate the occurrence of disintegration of the covering of a pillar located in the university residence of the Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA) - Campus Caraúbas. Through the application of the phenolphthalein acid-base indicator in the structural element, to evaluate the carbonation proneness of the concrete. With this, it was observed the development of the carbonation process at about 5 centimeters deep in the analyzed pillar, pointing to a possible reinforcement exposure the actions promoted by the presence of moisture.
Keywords: Pathological Manifestations, Carbonation, Diagnose.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

No contexto das obras públicas nacionais observa-se uma grande recorrência do surgimento de manifestações patológicas resultantes da inexistência de manutenções corretivas e preventivas (TAVARES; WAPPLER, 2018). Associada a esta condição tem-se o emprego de projetos padronizados sem as devidas modificações e cronogramas que priorizam o término da obra no menor tempo possível (LIMA, AUGUSTO e SANTOS, 2017). Aspectos que ainda são agravados pelas condições de elevado número de usuários de tais obras (OLIVEIRA et al., 2018).

Apesar das estruturas de concreto armado serem altamente difundidas no mercado nacional e serem consideradas como de fácil execução, bem como, de elevada flexibilidade, a garantia de qualidade e segurança, das edificações que fazem o uso deste tipo de estrutura, necessita de diversos cuidados que vão desde a fase de projeto até a execução (MARTINS; FRIORITI, 2016). No caso de inexistência destes cuidados tem-se o surgimento de diversas manifestações que podem ser associadas a ações climáticas (SOUSA et al., 2018), ao processo de execução da construção (SANTOS; BECKHAUSER, 2018), a incompatibilidade de projetos (SILVEIRA, 2018) e aos materiais selecionados (LIMA, AUGUSTO e SANTOS, 2017).

Com relação a durabilidade do concreto armado, pode-se dizer que é proveniente, dentre outros aspectos, da proteção que o concreto exerce sobre o aço por meio do cobrimento de concreto. Tal proteção caracteriza-se tanto como uma barreira física que promove por impermeabilidade a proteção da armadura do ataque de agentes externos, como também através do desenvolvimento de uma camada passivadora sobre o aço, mantendo-o protegido por tempo indeterminado. Esta camada é formada devido a elevada alcalinidade do concreto e se torna instável quando ocorre o contato do dióxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), presente no concreto, com o elemento agressivo dióxido de carbono (CO_2), reduzindo a alcalinidade do concreto e produzindo o processo denominado carbonatação (FARIAS; SILVA, 2019).

Sendo assim, a corrosão das armaduras do concreto armado que promove a perda da resistência mecânica do projeto, ocorre devido ao perecimento material metálico em meio as condições condução elétrica, meio eletrolítico, diferença de potencial e oxigênio. Neste sentido, a camada passivadora produzida pelo concreto apresenta baixa condutividade iônica, baixa solubilidade, boa aderência ao aço e presença de óxidos, desfavorecendo o processo de corrosão (ARAUJO, 2017).

Neste contexto, a carbonatação do concreto, caracterizada pelo rompimento da camada passiva já citada, pode ser considerada como um dos principais fatores que causam a deterioração das estruturas de concreto armado. Sendo assim, a profundidade de carbonatação é normalmente utilizada para se estimar a vida útil do concreto (ELSALAMAWY; MOHAMED; KAMAL, 2019).

Desta forma, a análise crítica do surgimento de manifestações patológicas conta com mecanismos que vão desde o processo de diagnóstico, por meio da inspeção visual, anamnese e execução de ensaios físicos, químicos e mecânicos, até a definição da conduta corretiva ou preventiva a ser tomada (SANTOS; BECKHAUSER, 2018).

Dentre as possibilidades de verificação da profundidade de carbonatação, tem-se a aplicação do ensaio de carbonatação por meio do indicador ácido/base fenolftaleína, no qual após a perfuração da superfície do concreto e retirada do pó resultante desta perfuração da superfície, pulveriza-se uma solução de fenolftaleína na região analisada e observa-se a coloração resultante. Caso não se verifique uma colorização (incolor), tem-se um pH inferior a 9, que denota carbonatação. Já no caso de uma coloração resultante rosa carmim, tem-se um concreto com pH superior a 9, logo em condição de proteção das armaduras frente a corrosão. Posteriormente, relaciona-se a profundidade analisada com o resultado obtido (BALESTRA et al., 2019).

Diante destes dados, objetiva-se avaliar a ocorrência de desagregação de revestimento de um pilar situado na residência universitária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - Campus Caraúbas, por meio da aplicação do indicador ácido-base fenolftaleína no elemento estrutural, para avaliação da profundidade de carbonatação do concreto.

2. O OBJETO DE ESTUDO

O objeto da análise do presente trabalho trata-se de um pilar situado na residência universitária da UFERSA – Campus Caraúbas. Tal elemento estrutural localiza-se no pavimento térreo entre a sala de estar e um dos ambientes destinados

ISBN 978-65-86819-05-2

para ventilação e iluminação solar disposto no prédio. Conforme pode ser observado em planta, representada pela Figura 1.

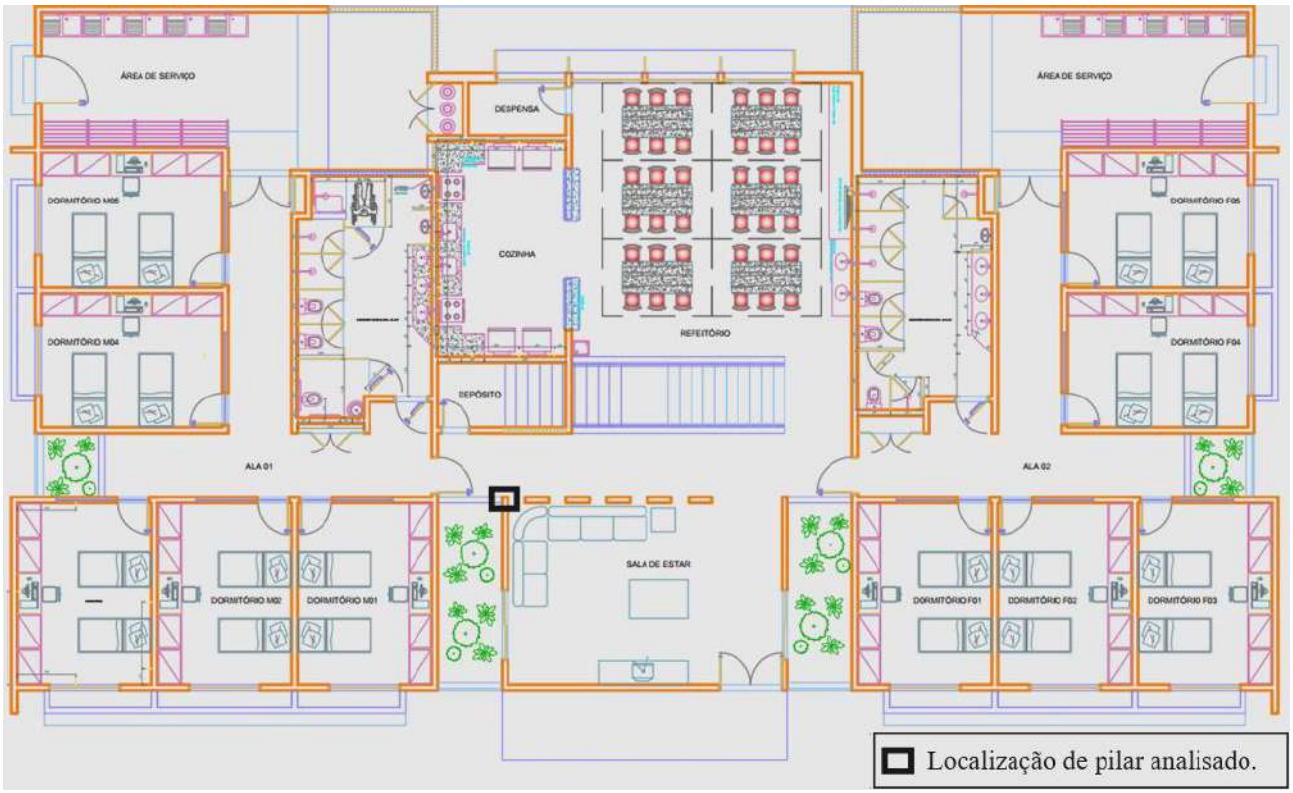


Figura 1: Planta baixa do pavimento térreo da moradia estudantil da UFERSA- Caraúbas com localização do pilar analisado.

Neste contexto, a própria localização do elemento estrutural aponta para uma região de relevante exposição as ações ambientais, inclusive, ao contato com a umidade. Tendo em vista que a área destinada a ventilação e iluminação solar a qual o pilar se situa também possibilita a entrada da água da chuva no ambiente. Com isto, observa-se a necessidade de maiores cuidados relacionados a porosidade do material constituinte do elemento e suas condições de impermeabilização, em geral.

Neste sentido, a ineficiência da tomada dos cuidados citados pode possibilitar o surgimento de diversas manifestações patológicas associadas a ação da umidade, como a desagregação do revestimento do pilar. Tal aspecto pode ser facilmente identificado através de inspeção visual e deve ser considerado com um sinal de alerta para possíveis danos mais agravantes. No caso analisado foi possível observar o processo de desagregação do revestimento do pilar (Figura 2) e tal observação destaca-se como o ponto de partida para o estudo patológico desenvolvido pelo presente trabalho.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 2: Pilar apresentando desagregação de seu revestimento.

Desta forma, observou-se a necessidade de uma análise mais aprofundada sobre as condições de deterioração do pilar provenientes da ação da umidade. Assim, dentre as possibilidades de metodologias para a avaliação desejada, tem-se o estudo da profundidade de carbonatação do concreto, por meio da aplicação do indicador ácido/base fenolftaleína. Tal ensaio foi realizado no processo de desenvolvimento deste trabalho e apresenta-se descrito na próxima seção, voltada para a metodologia utilizada.

3. METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma inspeção visual na Moradia Estudantil da UFERSA – Campus Caraúbas, como mencionado na seção anterior. Através desta inspeção foi possível identificar o processo de desagregação do revestimento do pilar apontado pelas Figuras 1 e 2. Com isto, foi feito o registro fotográfico do elemento estrutural e da ocorrência da manifestação patológica.

Posteriormente, buscou-se a análise da profundidade de desenvolvimento do processo de carbonatação no pilar. Para tanto, foram feitas raspagens gradativas no elemento, intercaladas por aplicações do indicador fenolftaleína (1% em etanol) e verificação da condição de carbonatação, com uso de intervalos de cerca de 1 cm de profundidade. Além disso, visando o acompanhamento da progressão do processo de raspagem, efetuaram-se demarcações espaçadas entre si com distâncias de aproximadamente 1 cm, como pode ser visto pela Figura 3.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 3: Representação das demarcações efetuadas para o acompanhamento da raspagem.

Em geral, a verificação baseou-se na análise da coloração da região em que foi aplicada a fenolftaleína. Considerando-se a ausência de cor (incolor) para superfície carbonatada e rosa carmim para superfície não carbonatada. Desta forma, foi possível determinar a condição do concreto nas profundidades exploradas.

Com isto, efetuaram-se cinco raspagens intercaladas por verificações da condição de carbonatação, atingindo-se uma profundidade total de aproximadamente 5 cm. Tal profundidade foi limitada a este valor buscando-se não causar uma possível interferência na estabilidade do pilar com uma raspagem excessiva.

Além disto, destaca-se que no processo de raspagem utilizou-se uma faca, dada a indisponibilidade de equipamentos no local que viabilizassem a remoção das camadas de concreto desejadas. Sendo assim, é válido ressaltar que tal alternativa não prejudicou o desenvolvimento do ensaio e pode ser utilizada como uma solução para demais pesquisadores que também não possuam equipamentos que tenham sido desenvolvidos de forma específica para a prática.

4. RESULTADOS

Através das aplicações do indicador fenolftaleína nas profundidades de 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm e 5 cm do pilar em análise, observou-se a predominância de uma coloração incolor para todas estas profundidades, desta forma, tem-se que o processo de carbonatação desenvolveu-se em uma espessura igual ou superior a 5 cm no elemento estrutural. Como pode ser observado na Figura 4.

ISBN 978-65-86819-05-2

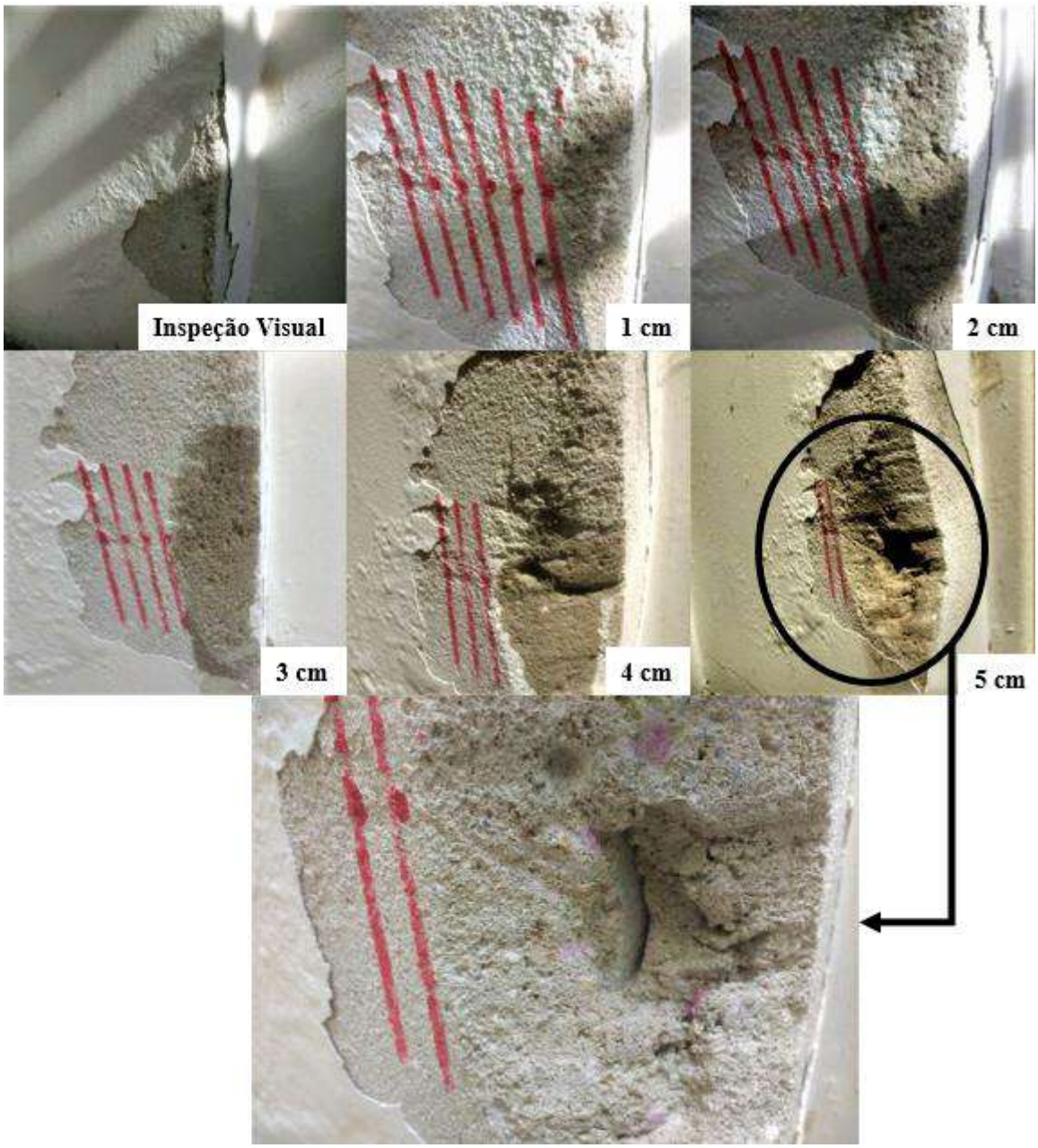


Figura 4: Resultados obtidos com a aplicação do indicador fenolftaleína em diferentes profundidades do elemento estrutural.

Como também pode ser visto na Figura 4, em uma profundidade de aproximadamente 5 cm da espessura do pilar, observam-se pequenas regiões de não carbonatação, que podem ser identificadas através de demonstrações pontuais de uma coloração rosa. Entretanto, dada a elevada predominância de uma reação incolor, considera-se a região como uma zona que sofreu o processo de carbonatação.

5. CONCLUSÕES

Com isto, observa-se um desenvolvimento expressivo do processo de carbonatação no pilar avaliado, apresentando-se em uma espessura igual ou superior a 5 cm. Tal condição aponta para uma elevada possibilidade de que a carbonatação no concreto venha a se desenvolver ao ponto de atingir a armadura do pilar, tornando-o vulnerável a ocorrência de despassivação do aço e, posteriormente, ao desenvolvimento de corrosão da armadura, condição que indiscutivelmente seria crítica, dada a eventual perda de seção da armadura e consecutiva perda da resistência do elemento estrutural.

ISBN 978-65-86819-05-2

Sendo assim, destaca-se a necessidade de ensaios mais precisos que venham a transmitir as reais condições da armadura do pilar, levando em consideração que a raspagem aqui aplicada não atingiu a profundidade em que suas barras estão situadas, limitando-se a uma profundidade de 5 cm, por motivos de segurança. Dentre os ensaios complementares que ainda podem ser realizados tem-se o ensaio de ultrassom no concreto, voltado para verificação da homogeneidade da região analisada, bem como, o ensaio de pacometria, destinado para determinação da quantidade de armadura e cobrimento da peça analisada.

Por outro lado, é válido ressaltar a relevância dos resultados aqui obtidos, tendo em vista que o presente trabalho aponta que o elemento estrutural se apresenta bastante vulnerável ao processo de carbonatação. Desta forma, conclui-se que as técnicas construtivas que limitam o desenvolvimento deste processo, ou não foram adotadas ou não foram eficazes para o caso analisado.

Além disto, aponta-se que as informações aqui coletadas criam um sinal de alerta sobre o elemento analisado, algo que é de fundamental importância no processo tomada de medidas corretivas e preventivas. Principalmente quando se leva em consideração todos os aspectos que envolvem o objeto de estudo, como o fato de se tratar de um pilar, e, desta forma ser determinante para a estabilidade global da edificação. Bem como, devido ao elemento estrutural estar locado em uma área de grande exposição a umidade, ambiente propício para que o desenvolvimento da carbonatação ocorra com maior velocidade.

Com isto, salienta-se a relevância da inspeção visual e observação do comportamento das edificações, pois através destes indícios têm-se informações determinantes para uma análise mais propícia a se tornar assertiva, como os aspectos apontados relacionados a degradação do revestimento do pilar e sua condição de exposição a umidade.

Por fim, para o caso de realização dos ensaios complementares aqui mencionados e constatação do processo de corrosão da armadura, recomenda-se:

- Remoção do concreto contaminado no entorno da armadura;

- Limpeza cuidadosa das barras que sofreram o processo de corrosão com o uso de uma escova de aço;

- Analise das barras danificadas. Para o caso de perda de seção superior a 15% as barras devem ser suplementadas;

- Remoção dos detritos e aplicação de tinta inibidora de corrosão na armadura;

- Aplicação de graute de base epóxi para recomposição e fechamento dos reparos no pilar analisado.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Renata. Avaliação da profundidade de carbonatação em estruturas de concreto armado de uma refinaria de petroleo com vida útil maior de 40 anos. In: Simpósio paranaense de patologia das construções, 2., 2017, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: UFPR, 2017. p. 266 - 274.

BALESTRA, Carlos Eduardo Tino et al. Análise da frente de carbonatação em obras de infraestrutura viária: estudo de caso de uma passarela. **Revista Técnico - Científica do Crea - PR**, [s.i.], v. 1, n. 1, p.1-10, set. 2019.

ELSALAMAWY, Mona; MOHAMED, Ashraf R.; KAMAL, Eslam M.. The role of relative humidity and cement type on carbonation resistance of concrete. **Alexandria Engineering Journal**, [s.i.], v. 58, n. 4, p.1257-1264, dez. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2019.10.008.

FARIAS, Gabriela Cipriano de; SILVA, Daiane dos Santos da. Análise da evolução da profundidade de carbonatação em estruturas de concreto ao longo do tempo. **Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil UNESC**, [Criciúma], v. 1, n. 1, p.1-19, jul. 2019.

LIMA, Leonardo Romero; AUGUSTO, Raquel Dias; SANTOS, Sílvio Xavier. Análise das Manifestações Patológicas em Sistemas de Revestimentos Argamassados à Base de Cimento Portland: Uma Análise Teórica de Correlação. **Revista Constuindo**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p.1-12, 10 nov. 2017.

ISBN 978-65-86819-05-2

MARTINS, Juliana Furtado Arrobas; FRIORITI, Cesar Fabiano. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: Estudo de caso em edificação pública. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 3, n. 4, p.90-101, 05 maio 2016.

OLIVEIRA, Ana Maria de Sousa Santana de et al. Classificação do estado de conservação de fachadas de edificações: Estudo de caso na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel. **E&s Engineering And Science**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.42-57, 28 set. 2018. Universidade Federal de Mato Grosso. http://dx.doi.org/10.18607/es201876890.

SANTOS, Leonardo Silva; BECKHAUSER, Paulo Henrique. **Investigação dos Problemas Patológicos Construtivos da Unidade Sanitária de Rio Fortuna**. 2018. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.

SILVEIRA, Jéssica Rodrigues da. **Estudo sobre a Influência dos Elementos Arquitetônicos nas Edificações com relação às Manifestações Patológicas.** 2018. 116 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2018.

SOUSA, J et al. Influência da Oscilação de Temperatura sobre Revestimentos Argamassados em Campo Grande-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES - CBPAT, 3., 2018, Campo Grande. **Anais...** . [s.i.]: Alconpat Brasil, 2018. p. 1 - 10.

TAVARES, Fernanda Jéssica de Oliveira; WAPPLER, Julia. **Investigação das Manifestações Patológicas mais incidentes nas Edificações Escolares da Rede Municipal de Tubarão/SC**. 2018. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.