

BOLETIM TÉCNICO CHC

DISCIPLINA PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

PROF. CARLOS HENRIQUE DE CARVALHO

2019

DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

1.OBSERVAÇÕES DIDÁTICAS INTERESSANTES, DE FONTES CONCEITUADAS NO MEIO ACADÊMICO E DE PESQUISAS, PARA OS SENHORES PROJETISTAS DE ESTRUTURAS DO CONCRETO ARMADO PRATICAREM UMA EXEGESE, DE FORMA MAIS PRECISA, NAS CLASSES DE AGRESSIVIDADE DA NBR 6118/2014.

SEGUEM, TAMBÉM, RELATOS DA MINHA EXPERIÊNCIA PESSOAL EM ALGUNS CASOS RECENTES.

2.DESTACA-SE QUE NORMAS SIGNIFICAM O “*MINIMUM MINIMORUM*” E CONSIDERAM-SE “*UNIFORMEMENTE*” EM TODO O TERRITÓRIO NACIONAL. CABERÁ AOS PROJETISTAS PROCEDEREM AS IMPERIOSAS E COMPETENTES ADEQUAÇÕES.

3.ÊNFASE, ÚLTIMO SEMINÁRIO (2017) PROMOVIDO PELA ABECE/REGIONAL DE SERGIPE ONDE SE CHEGOU A CONCLUSÃO QUE, TANTO ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COMO ESTRUTURAS METÁLICAS, NO ESTADO D’ARTE TECNOLÓGICO ATUAL SERGIPANO, NÃO CONSEGUIRÃO, EM VÁRIAS REGIÕES DA ATMOSFERA URBANA DE ARACAJU, A VIDA ÚTIL MÍNIMA DE 50 ANOS REQUERIDA PELAS NORMAS DE DESEMPENHO.

4.**NOTÍCIA ALVISSAREIRA!**

Empresas sergipanas já estão procurando a Eng.^a LARISSA para o mapeamento de cloretos nos microclimas de seus futuros empreendimentos, a exemplo da praxe construtiva européia. O único senão, ainda, é que estão a procurá-la, dispendo-a de pouco tempo necessário à avaliação mais precisa da classe de agressividade.

5.**SEGUEM AS OBSERVAÇÕES DIDÁTICAS:**

5.1 O PROF. PHD PAULO HELENE, classifica, quanto à agressividade ambiental considerando interações do macroclima, a forma didática a seguir:

ATMOSFERA RURAL: consideram-se as regiões ao ar livre, distantes das fontes poluidoras de ar, e se caracterizam por baixo teor de poluentes (atmosfera pura). Apresenta-se fraca à ação agressiva das armaduras, sendo que

o processo de redução da proteção química proporcionada pelo cobrimento do concreto é lento, devido à sua alta alcalinidade. Os teores, de SO_2 , H_2S , NO_x ($NO + NO_2$) e NH_3 (gases); SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- e NH_4^+ (sólidos) são desprezíveis, bem como o teor de CO_2 presente no ar é menor do que em outras regiões (ao menos que haja uma fonte natural localizada como, por exemplo, esterco e estrume que liberam NH_3 e SO_2 na sua fermentação, ou rios e lagos poluídos que liberam H_2S).

ATMOSFERA URBANA: consideram-se as regiões ao ar livre, dentro de centros populacionais maiores. As atmosferas de cidades contêm, normalmente, impurezas em forma de óxidos de enxofre SO_2 , fuligem ácida e outros agentes agressivos, tais como CO_2 , NO_x , H_2S , SO_4^{2-} , etc. Além disso, a umidade do ar é um dos fatores mais importantes que afetam a velocidade de corrosão atmosférica. A umidade relativa de 75% (podendo variar entre 65% e 85%, a $25^{\circ}C$) é considerada crítica, acima da qual o metal começa a corroer-se de maneira apreciável, dependendo ainda da presença de contaminantes.

ATMOSFERA MARINHA: consideram-se regiões ao ar livre, sobre o mar e perto da costa. Esta atmosfera pode conter, em maiores proporções, cloretos (Cl^-) e sulfatos (SO_4^{2-}), que são extremamente agressivos para uma estrutura de concreto. Esses agentes contribuem para a aceleração do processo de corrosão das armaduras, mesmo quando em pequenas proporções. Os teores de gases agressivos, por sua vez, dependem das indústrias locais, da concentração urbana e de fontes isoladas.

ATMOSFERA INDUSTRIAL: consideram-se regiões ao ar livre em locais industriais contaminados por gases e cinzas, sendo os mais frequentes e agressivos H_2S , SO_2 e NO_x . Atmosferas industriais podem acelerar 60 a 80 vezes mais o processo corrosivo, em comparação a situações equivalentes em atmosfera rural. A umidade relativa do ar também deve ser considerada em conjunto na ação danosa dessas atmosferas.

ATMOSFERA VICIADA: consideram-se regiões em locais fechados com baixa taxa de renovação de ar. Nesses locais pode haver uma intensificação da concentração e até geração de gases agressivos às armaduras de concreto. Exemplos comuns de agentes agressores encontrados neste tipo de atmosfera são ácido sulfúrico (gerado em coletores e interceptores de esgoto), sulfatos (SO_4^{2-}) e gás sulfídrico (H_2S).

5.2 FONTE: FERNANDO DO COUTO ROSA ALMEIDA E ALMIR SALES, em geral, as ações do meio ambiente podem ser devidas a **agentes químicos, físicos e biológicos**.

Os agentes químicos, normalmente, envolvem interações químicas entre os agentes agressivos do ambiente presentes nas diferentes atmosferas e os constituintes da pasta de cimento.

Os agentes físicos, podem levar à fissuração do concreto pela cristalização dos sais nos poros, ao carregamento estrutura e à exposição a temperaturas extremas (congelamento e fogo), ou mesmo levar ao desgaste ao desgaste superficial ou à perda de massa devido a abrasão e erosão.

Os agentes biológicos, são responsáveis pela biodeterioração das estruturas de concreto, os quais podem ser microrganismos, como bactérias e fungos, ou macrorganismos, como cupins roedores, etc.

Na prática, os diversos processos químicos, físicos, mecânicos e biológicos contribuem, simultaneamente, na deterioração dos elementos estruturais e podem até somatizar seus efeitos sobre o concreto e armaduras.

5.3 EXPERIÊNCIA PESSOAL DE CASOS RECENTES

5.3.1 NA AVENIDA BEIRA-MAR, BAIRRO 13 DE JULHO, ARACAJU, EDIFÍCIO COM ESTRUTURA RETICULADA DE CONCRETO ARMADO COM 40 ANOS DE EDIFICADO.

A) CASOS DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL – PILAR DA ESTRUTURA PREDIAL



Pilar com corrosão de armaduras observando-se que, praticamente, não se teve cobertura e a fixação das telas de proteção colocou chumbadores metálicos de potenciais diferentes em contato (corrosão galvânica). Observou-se que, mesmo com um revestimento argamassado de quase 10 cm (dez

centímetro), não foi impedida a corrosão e/ou, em face do que na época era usado o “arenoso” (em torno de 60 a 70% de areia com 30 a 40% de argila) como agregado das argamassas. Esse “arenoso” era, comercialmente, transportado da região de Itabaiana e Ribeirópolis onde a presença de sais oriundos da decomposição de rochas dos subleitos eram visíveis sobre as pedras nos trechos de rios ainda sem pontes. Também, em algumas pequenas barragens da região, nem o próprio gado conseguia beber a água armazenada, tamanha a concentração de sais.

Salienta-se a razão para o uso desses agregados misturados, não só por razões econômicas, como também pela excelente trabalhabilidade quando úmidos e aplicados. Porém, tinha forte retração durante endurecimento ensolejado, criando-se caminhos pelo cobrimento à penetração de agentes agressivos. Até hoje, essa argamassa é usada na construção civil sergipana em muitas das obras particulares.

Destaca-se o fato positivo que o concreto produzido nesse Edifício teve velocidades de ultrassom acima dos 5.000 m/s, caracterizando a obtenção de uma boa qualidade de produção apesar dos desleixos nos cobrimentos. Os concretos atuais giram em torno dos 3.000 a 3.500 m/s.

B) CASO DE PLACAS PRÉMOLDADAS DE CONCRETO ARMADO USADAS COMO REVESTIMENTOS PARCIAIS DE FACHADAS COM 40 ANOS DE EDIFICADA.





CONCLUSÃO DA EXPERIÊNCIA: COBRIMENTO junto com a ALCALINIDADE E DENSIDADE do concreto são, também, fundamentais. **SUPONHO QUE OS CONCRETOS ANTIGOS ERAM MAIS ALCALINOS DO QUE OS ATUAIS DE IDÊNTICAS CARACTERIZAÇÕES.**

Na época (da NB-1), o cimento era sem adições e o consumo mínimo por metro cúbico dos concretos acima dos 350kg. Hoje, com adições se consegue, por exemplo, com 190 kg/m³, resistências mecânicas superiores. Apesar das adições participarem do aumento da DENSIDADE em face da absorção da portlandita (sal), entretanto, provoca uma redução significativa do pH alcalino, e se o cobrimento resultar muito poroso seguramente a degradação virá.

5.3.2 CASO DE UMA FOSSA E FILTRO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL SITO ARACAJU COM 22 ANOS DE EDIFICADO CUJA TAMPA (acima dos 3 m x 3m) DESABOU ABRUPTAMENTE.



Características do Sistema de Tratamento Primário dos Esgotos do Edifício: fossa e filtro contíguo em concreto armado com tampas em concreto armado pré-moldado.

O sistema fossa-filtro apoiava uma árvore com mais de 4 m de altura enraizada sobre camada de terra vegetal adubada de, aproximadamente, uns 50 cm sobre a tampa.

As raízes infiltraram-se pelas argamassas de rejuntas das tampas pré-moldadas, a procura de umidade, rompendo alguns desses rejuntamentos e proporcionando oxigenação no ambiente superior de H_2S (gás sulfídrico) necessário a sua transformação em ácido sulfúrico.

Observei que as placas de concreto pré-moldadas colapsadas estavam com armaduras totalmente destruídas, apenas com marcos dos antigos posicionamentos, bem como coloração amarelada característica do ataque químico presente.

O fato se agravava face exigência do órgão ambiental estadual de colocar sistema dosador de solução concentrada de cloro na chicana de entrada da fossa, talvez para promover um tratamento primário mais eficaz antes dos filtros destinarem os efluentes à rede de águas pluviais da região. Destarte, o fato que esse sistema de cloração concentrado está embutido no caixão de aterro do andar térreo e passando junto das sapatas, pilares e baldrames das fundações antes de alcançar a entrada da fossa.

Após inspeção de todo o sistema, foi construído novo tamponamento, retirada da árvore e do sistema dosador de cloro, além da perspectiva de curto prazo dada pela DESO da ligação definitiva ao sistema urbano de esgotos da região.

Nesses casos, torna-se prudente a pintura das faces de placas pré-moldadas voltadas para o interior do sistema através de sistemas epoxídicos.

EM TEMPO: saliento que serão bem-vindas análises críticas fundamentadas e sugestões construtivas. O aprender deve ser vitalício!

Eng. Civil Prof. Carlos Henrique de Carvalho

Nº 1/16/09/2018