CORROSÃO EM ARMADURA DE CONCRETO ARMADO – UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO NATAL/RIO GRANDE DO NORTE.

Ferreira, Arthur S.[1], Castro, Elyson J.[2], Gadelha, Hugo M.[3], Varela, Marcio L.[4]

[1] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central, aluno curso técnico de edificações, estudante, e-mail: arthur26santos@gmail.com
[2] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central,aluno curso técnico de edificações, estudante, e-mail: elysonjfc@hotmail.com
[3] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central,aluno curso técnico de edificações, estudante, e-mail: hugogadelha@hotmail.com
[4] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central, professor do curso técnico de edificações e superior em tecnologia das construções, doutor, e-mail: marcio.varela@ifrn.edu.br

RESUMO

Este trabalho refere-se a um estudo de caso e demonstra através de ensaios laboratoriais as principais causas da oxidação, corrosão e carbonatação de uma estrutura de concreto armado, mais precisamente, uma laje em formato de rampa localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (campus - Natal central). Utilizou-se técnicas para obtenção de pH, confirmando assim que a estrutura estivesse sofrendo carbonatação, bem como oxidação e corrosão por ataque de íons cloreto em uma reação eletroquímica juntamente com a água presente nos poros do concreto. Após todas as análises e conclusões, descreveu-se métodos que auxiliassem na prevenção da manifestação patológica em questão.

Palavras chave: ensaios, estrutura, carbonatação, reação, prevenção.

ABSTRACT

This paper refers to a case study and demonstrates through laboratory testing the main causes of rust, corrosion and carbonation of a concrete structure, more precisely, on a slab ramp shape located at the Federal Institute of Education, Science and technology of Rio Grande do Norte (campus - Central Natal). Techniques used to obtain pH, confirming that the structure was with carbonation, and oxidation and corrosion attack of chloride ions in an electrochemical reaction together with this water in the pores of the concrete. After all analyzes and conclusions, was described methods that would help in preventing the pathology in question.

Keywords: trials, structure, carbonation, reaction, prevention.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início de sua utilização, o concreto vem sofrendo diversas alterações e transformações ao logo do tempo, tornando-se mais resistente às intempéries e ambientes cada vez mais hostis, que possivelmente interferem na composição molecular do concreto, alterando assim sua resistência, durabilidade e consequentemente a confiabilidade deste. Em utilização conjunta com o aço, o concreto armado se torna ideal e essencial para edificações modernas, no qual requisitam de estabilidade, segurança e resistência cada vez mais rígidas. Porém, a oxidação é um processo natural frequente nas estruturas de aço. Tal reação eletroquímica é de certa forma benéfica, pois recobre o material com uma fina camada passivadora de óxidos férricos, retardando e dificultando seu processo corrosivo (Adaptado de POURBAIX, 1974) [1]. Esta película impede que a umidade, oxigênio e agentes agressivos como os íons cloreto interajam com a superfície do aço dificultando a dissolução do ferro, que pode se encontrar em três condições distintas: corrosão, passivação ou imunidade [1]. Infelizmente quando o aço trabalha em conjunto com o concreto, concreto armado, este fenômeno provoca danos consideráveis as estruturas sendo um dos problemas mais graves que podem vir a causar falhas de projetos. Várias são as causas que contribuem para o surgimento dessa manifestação patológica, corrosão das armaduras, que vão desde o uso inadequado de materiais, passando pela má qualidade do processo construtivo chegando a classe de agressividade do meio em que a estrutura se encontra. A corrosão das armaduras nas estruturas de concreto armado traz sérias consequências como a diminuição da seção de armadura e fissuração do concreto em direção paralela a esta (MOTA et al., 2009) [2], bem como o desprendimento, muitas vezes de forma repentina abalando a estrutura e afetando a segurança que a mesma deveria proporcionar. Sabe-se ainda que a oxidação do aço é um processo químico natural que envolve interação com a umidade e oxigênio do ar, produzindo uma reação eletroquímica com formação de uma película passivadora [1]. Outro fator contribuinte para a corrosão é a carbonatação do concreto, no qual reduz seu pH a níveis insuficientes para manter o estado passivo das armaduras [3]. Este trabalho tem por objetivo principal apresentar um estudo de caso referente a laje estrutural de uma edificação situada na cidade do Natal, Rio Grande do Norte, cuja classe de agressividade ambiental encontra na classe III, segundo a ABNT NBR 6118 (2007) [4], além de sugerir as possíveis causas e soluções para o caso exposto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A edificação, objeto deste estudo, encontra-se situada na cidade do Natal, Rio Grande do Norte. Trata-se da face inferior do piso de uma rampa de acesso ao prédio central do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. A face inferior da laje em questão apresenta uma camada de argamassa de revestimento (reboco) e pintura com tinta lavável. Sua dimensão é de 20m de comprimento e 1,60m de largura, onde há pouca incidência de raios solares. Ver figura 1. Como metodologia para realização deste trabalho realizou-se visita ao local da edificação onde foram coletadas amostras do concreto, da argamassa de revestimento e do aço corroído. Mediu-se as espessuras das camadas de revestimento e das seções do aço corroído, que estavam visivelmente desgastados e irregulares devido a corrosão. As amostras coletadas foram submetidas a ensaios com dois indicadores para obtenção do PH, fenolftaleína e indicador misto, ensaios com indicadores de PH. Na intenção de se verificar a presença de carbonatação. Não foram identificados sinais de infiltração.



Figura 1: Parte inferior da laje (rampa inclinada) de concreto armado analisada.

Analisou-se a estrutura de concreto afetada, percebendo a proximidade com o mar e com rodovias bastante movimentadas da cidade do Natal, tornando possível que a estrutura estivesse sendo atacada por íons cloretos e dióxido de carbono (CO_2), favorecendo a carbonatação e a corrosão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Teste para obtenção do pH

3.1.1 Teste realizado com fenolftaleína.

Utilizou-se fenolftaleína (1%) aplicando-se 4 gotas em 2 momentos com intervalo de um minuto, diretamente sobre a amostra. Esta, estava esmiuçada e peneirada na malha 200 mm, sendo colocada em estufa por 24 horas. Pôde-se observar que em contato com a substância a coloração do concreto não mudou, concluindo então que o pH desta amostra seria uma base fraca ou até mesmo ácido. É bem verdade que apenas com este ensaio laboratorial não conclui-se a causa devida da corrosão e oxidação da estrutura de aço, porém, demostra que se o pH do concreto, estiver ácido ou básico, uma das causas será por íons cloretos ou carbonatação do concreto. Ver figura 2.



Figura 2: Ensaio de fenolftaleína com amostra de concreto analisado.

3.1.2 Teste realizado com indicador misto.

No ensaio realizado utilizou-se um indicador misto (mistura dos indicadores: azul de bromotimol, fenolftaleína, timolftaleína, e vermelho de metilo) a 1%, adicionando 4 gotas em 2 momentos com intervalo de 1 minuto. Percebeu-se que a coloração inicial foi laranja escuro mudando para verde escuro azulado. Ver figura 3. Comprovando através do quadro de coloração que a amostra era uma base fraca com pH ente 8 e 9. Ver figura 4.



Figura 3: Reação do indicador misto com amostra de concreto. Em destaque vestígios da armadura corroída.



Figura 4: Quadro de coloração para indicação de pH através do indicador misto.

3.2 Medição das seções da amostra da armadura oxidada

Retirou-se uma amostra, com pouco mais de 35cm de comprimento, da armadura oxidada, percebendo o alto nível de corrosão desta. Algumas deformações eram aparentes e as seções da amostra estavam desuniformes. Mediu-se as seções limites, mínima e máxima da amostra,

constatando que a armadura do concreto estava sofrendo corrosão em pontos determinados que seguiam das extremidades ao centro da estrutura. Ver figura 4.



Figura 4: Amostra da armadura de concreto corroída.

Concluiu-se no entanto, que o avançado grau de corrosão é aproximadamente 0,4cm menor entre a seção máxima, com 0,6cm e mínima com 0,2cm.

3.3 Medição das seções do revestimento de parte da laje inclinada

Na análise do revestimento, percebeu-se variações de espessuras, levantando indícios de má confecção e execução da argamassa presente na estrutura. Isto vai desde um traço com relação água/cimento elevado à um processo de cura mal executado. Tais procedimentos se bem feitos, diminuem a difusão de CO_2 entre os poros evitando ou diminuindo a ação deste gás ácido no processo de carbonatação [3]. Entretanto, a estrutura analisada estava repleta de pequenas bolsas de ar, localizadas no revestimento de pintura e espalhadas em diversas partes, indicando que alguma reação química estava ocorrendo no local, favorecendo assim a carbonatação e o ataque de íons cloreto na armadura de concreto, fazendo com que sofresse oxidação e corrosão.

Mediu-se a menor e maior espessura da amostra, respectivamente: 0,3cm e 1 cm aproximadamente. Ver figura 5.



Figura 5: Revestimento de argamassa e pintura.

3.4 Presença de íons cloreto na estrutura de concreto armado

Segundo a ABNT NBR 6118 (2007) [4], a agressividade do meio ambiente está mais relacionada às ações físicas e químicas atuantes nas estruturas. Sobre isso pode-se afirmar, quanto maior o nível de agressividade do meio, maior será o seu desgaste e vulnerabilidade às intempéries, consequentemente as formas de operação, fabricação e conservação das estruturas que pode variar de ambiente para ambiente. Ver figura 6.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana[1), 2)]	Pequeno
III	Forte	Marinha[1)]	Grande
		Industrial[1), 2)]	
IV	Muito forte	Industrial [1), 3)]	Elevado
		Respingos de maré	

[1)] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

[2)] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

[3)] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Figura 6: Classes de agressividade ambiental ABNT NBR 6118 (2007) [4].

Percebe-se que o ambiente onde se encontra a estrutura enquadra-se na classe 3 pois está situada relativamente próxima ao mar, cerca de 2,4 km, além de estar no interior de um prédio com proporções industriais, contribuindo assim para um risco de deterioração grande da estrutura de concreto armado. Através disto pode-se enfatizar a presença de cloreto no meio em questão.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho científico teve como objetivo identificar e solucionar, através de estudo de caso, as causas da oxidação e corrosão de uma estrutura de concreto armado com mais de 47 anos, analisada na cidade do Natal, Rio Grande do Norte, que está situada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (Campus Natal-Central).

Os estudos realizados nas amostras coletadas indicaram um baixo nível de pH, que por sua vez estava entre 8-9, confirmando um meio de baixa alcalinidade. Concluiu-se então que a estrutura estava em um processo de carbonatação. Houveram incidências de bolsas de ar sob a pintura da estrutura (rampa), reafirmando a reação química ocorrida no local. Outro fator contribuinte para que seja confirmada a causa por carbonatação é a proximidade com rodovias. Devido a alguns gases ácidos, como o CO_2 que em contato com a água, presente nos poros do concreto, inicia o processo de formação do ácido carbônico (H_2CO_3), que reage com alguns componentes da argamassa baixando assim o pH do meio. Segundo a ABNT NBR 6118 (2007), a estrutura em questão apresenta classe de agressividade de risco III, no qual sua proximidade com o mar é de aproximadamente 2,4 km, comprovando assim um alto teor de íons cloreto dissociados no ar atmosférico da região. Estes íons penetram nos poros do concreto e fazem da armadura de aço uma pilha, através de uma reação eletroquímica entre o ferro e a água presente no meio.

Com base em todos os dados coletados concluiu-se que a estrutura estava comprometida e necessitava de reparos por toda sua extensão, visto que a manifestação patológica não se encontrava em locais específicos. Tal problemática poderia ser evitada utilizando-se métodos construtivos adequados, tais como: boa execução do traço, relação água/cimento adequado, utilização de aditivos, impermeabilização da estrutura e um tempo de cura mais longo e repetitivo, isto prolongaria a vida útil do concreto armado, evitando porosidade, infiltração, fissuras, deformações, oxidação e corrosão.

5. REFERÊNCIAS

POURBAIX, M. **Curso sobre corrosão eletroquímica** .Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Industrial, 1961. [1];

MOTA, J. M. F; PONTES, R. B; CANDEIAS NETO, J. A; OLIVEIRA, M. F; ALMEIDA, H. T; CARNEIRO, A. M. P. **Analise das Patologias em Estruturas de Concreto na Zona Litorânea da Cidade do Recife – PE.** X Congresso Latino-americano de Patologia – CONPAT. Valparaiso – Chile. 2009. [2];

http://engciv.wordpress.com/2012/06/24/patologias-do-concreto-i-carbonatacao/ [3].

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas-NBR 6118 (2007) **Projetos de Estruturas de Concreto – Procedimentos**. [4]