Copyright 2010, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2010.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

RECUPERAÇÃO, REFORÇO E IMPERMEABILIZAÇÃO DA CATEDRAL METROPOLITANA DE NATAL

Fábio Pereira[1]

Abstract

This work will be shown a structural analysis of the Metropolitan Cathedral of Natal-RN, the first structure concrete protension the state to Rio Grande do Norte, thatafter fifteen years of its construction, due the constructive failure and lack of maintenance, it showed diverse pathologies which it needed a repairing intervention. We will still describe, all the methodology of the carried out recovering services and structural reinforcement, as well as, the results of the chloride kind experiences, carbonatation , porosity, strength to the compression and probability of corrosion, with wide photographic documentation.

Resumo

Neste trabalho será apresentada uma análise estrutural da Catedral Metropolitana de Natal, a primeira estrutura em concreto protendido do estado do Rio Grande do Norte, que após vinte anos de sua construção, devido a falhas construtivas e falta de manutenção, apresentou diversas patologias em suas estruturas, necessitando de uma intervenção reparadora. Descreveremos ainda, toda a metodologia dos serviços de recuperação e reforço estrutural, bem como, os resultados dos ensaios de teor de cloretos, carbonatação, porosidade, resistência a compressão e probabilidade de corrosão, com ampla documetação fotográfica.

Palavras-chave: corrosão, infiltração, carbonatação

Introdução

A Catedral Metropolitana de Natal foi inaugurada em 21 de novembro de 1988, os projetos arquitetônico e estrutural tiveram como objetivo representar um conjunto de linhas que elevam o homem a Deus, com base no princípio da funcionalidade, que define que uma igreja é bem sucedida se estiver completamente a serviço do culto e se der a esse mesmo culto beleza e intrínseca sacralidade. Sabe-se que as igrejas antigas eram compostas de naves compridas onde os fiéis, mais distantes ou encobertos pelas colunas, não podiam participar da liturgia. Por isso, é necessário que a igreja moderna ofereça condições de participação ativa a todos os fiéis, o que significa não só a visibilidade e audição, mas também facilidades

[1]Engenheiro Civil
Mestre-Engenharia Mecância-Tecnologia dos Materiais-UFRN
,Doutor-Ciência e Engenharia de Materiais-Compósitos-UFRN
DIRETOR-Engecal-Engenharia e Cálculos Ltda

para os movimentos rituais para a comunhão. A Catedral tem uma capacidade de 3000 pessoas sentadas e ocupa 30% da área do terreno(60mx45m). O projeto estrutural da Catedral foi feito pela ENG. JOSÉ PEREIRA DA SILVA e o projeto arquitetônico pelo arquiteto MARCONI GREVI **,** a sua superestrutura apresenta uma cobertura composta de dez vigas longitudinais de concreto protendido no sistema Freyssinet com inércia variável, simplesmente apoiadas com vãos variáveis entre 50 e 60 cm. Estas vigas se apóiam através das articulações de neoprene(apoio anterior) e neoflon(apoio posterior), em pilares de concreto armado de pequena e grande esbeltez. Todo o escoramento foi feito por estruturas metálicas. As lajes são pré-moldadas compostas por nervuras transversais as vigas principais e aparentes. As vigas principais são contraventadas por vigas transversais de concreto armado. Sua infra-estrutura é composta de tubulões com dez metros de profundidade, onde o bloco de coroamento da parte posterior, tem 1m de altura e são em forma de "T", sendo os dois tubulões paralelos de tração, ou seja, o próprio peso da estaca equilibra a força que tende a levantar a estaca, e mais duas estacas de compressão. O bloco de coroamento dos tubulões anteriores apresenta-se de forma retangular, sendo composto por duas estacas. Vale salientar que a Catedral não apresenta pilares centrais para não prejudicar a visão do culto, as suas paredes laterais possuem um sistema de vigas e colunas de contraventamento para dar sustentação a alvenaria existindo uma espécie de cantoneira metálica presa as duas vigas longitudinais das extremidades dando uma mobilidade aceitável a alvenaria. A Planta da Catedral apresenta forma trapezoidal, tendo dois pavimentos: a nave, apresenta um vão unico , sendo que o sub-solo com área de 2300m2 ficou reservado para os diversos orgãos e setores da arquidiocese(sanitários, salão nobre, sacristia ,capela). A fachada posterior é composta por um gigantesco vitral de 23 m de altura por 36 m de largura, representando a "Aurora Matutina" dando uma visão mística, sublime e apoteótica.

Análise Estrutural

A Catedral Metropolitana de Natal vinha apresentando ao longo dos anos, de forma progressiva, uma série de problemas de ordem estrutural, tais como:

-Deficiência de impermeabilização da laje de cobertura devido a depreciação natural da manta ardosiada de cor verde face a utilização além do prazo de garantia, bem como, pela má execução das mesmas(ineficiência dos arremates), tendo como consequência infiltrações

ao longo de toda área de cobertura e total ausência de impermeabilização nas jardineiras suspensas frontais.

-Falta de Manutenção nos aparelhos de apoio de neoprene e neoflon.

-Corrosão nas vigas protendidas da cobertura da Catedral

-Corrosão disseminada em vigas,lajes e pilares nas áreas internas da Catedral

Foram realizados ensaios na estrutura da Catedral , visando obter informações sobre o estado de corrosão das armaduras e do concreto.

2.1-PROBABILIDADE DE CORROSÃO: Foram medidos doze pontos diferentes da estrutura, utilizando o eletrodo de Cobre/Sulfato de Cobre se baseando pela norma ASTM-C 876. Os valores deram todos acima de –350mv significando uma probabilidade de corrosão de 95% nas armaduras analisadas.(-386mv,-320mv,-362mv,-352mv,-373mv,-461mv,-515mv,-627mv,-384mv,-540mv,-400mv,-348mv)

2.2-PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO: Foram medidos vários pontos da estrutura pelos indicadores fenolftaleína, timolftaleína e lápis medidor de ph observando-se que nas áreas externas onde a agressividade é maior apresentou alta carbonatação ao contrário das áreas internas da catedral que não apresentaram carbonatação.

2.3-TEOR DE CLORETOS: Foram extraídas amostras(pó) de seis pontos na estrutura, os ensaios foram feitos por titulação pelo Método de Mohr no laboratório da UFRN, apresentando valores abaixo do limite de 0,4% da massa do cimento indicado pelas normas(0,32%,0,28%,0,27%,0,34%,0,33%,0,24%)

2.4-POROSIDADE: Foram extraídas amostras de concreto da Catedral em alguns pontos, sendo levadas ao laboratório da UFRN para análise conforme a NBR-9778, apresentando resultados inferiores a 10% indicando conforme a norma concreto de boa qualidade e compacto.(8,66%,8,65%,9,91%,9,15%,8,80%,7,87%,9,845)

2.5-RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO: Foram extraídas amostras de corpos-de-prova(10x20cm) que foram encaminhadas para o rompimento no laboratório da UFRN, apresentando em todos os resultados valores satisfatórios superiores a resistência de 30 Mpa.

Recuperação e Reforço Estrutural

Os serviços de recuperação,reforço e impermeabilização das estruturas realizados na Catedral Metropolitana de Natal, em 2009 compreenderam os seguintes itens:

-Execução de impermeabilização com resina de poliuretano na cobertura e jardineiras da Catedral

-Recuperação estrutural das armaduras com corrosão das vigas protendidas, com: hidrojateamento de areia, pintura anti-corrrosiva de zinco nas armaduras, grauteamento e recomposição das seções, da parte superior da cobertura

-Recuperação estrutural dos elementos de concreto(pilares,vigas e lajes) do interior da Catedral com: hidrojateamento de areia, pintura anti-corrosiva nas armaduras e grauteamento com recomposição das seções e posterior aplicação de argamassa polimérica visando o aumento da durabilidade das estruturas

-Injeção de epóxi em fissuras existentes em pilares e vigas de concreto armado

-Recuperação e/ou substituição das placas de apoio de neoprene e neoflon situadas nos topos dos pilares

-Execução de hidrojateamento de areia no concreto das vigas protendidas da Catedral, objetivando sua limpeza

-Aplicação de argamassa polimérica nas vigas protendidas da Catedral, objetivando o aumento da durabilidade das estruturas.

Documentação Fotográfica

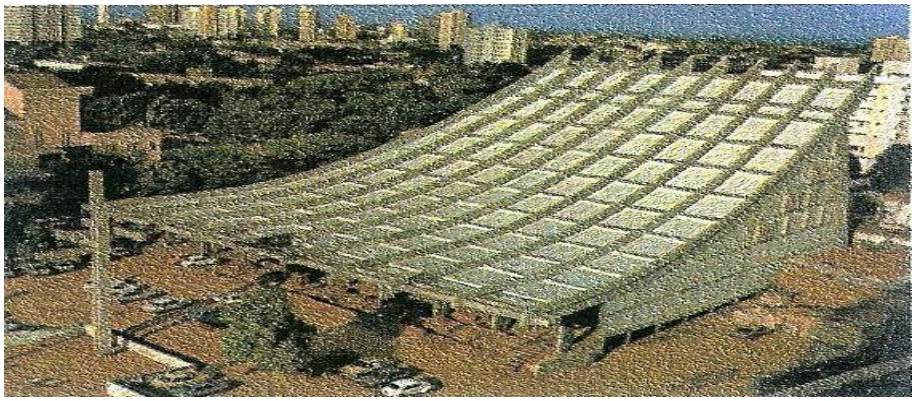

FOTO 1 -VISTA GERAL DA CATEDRAL

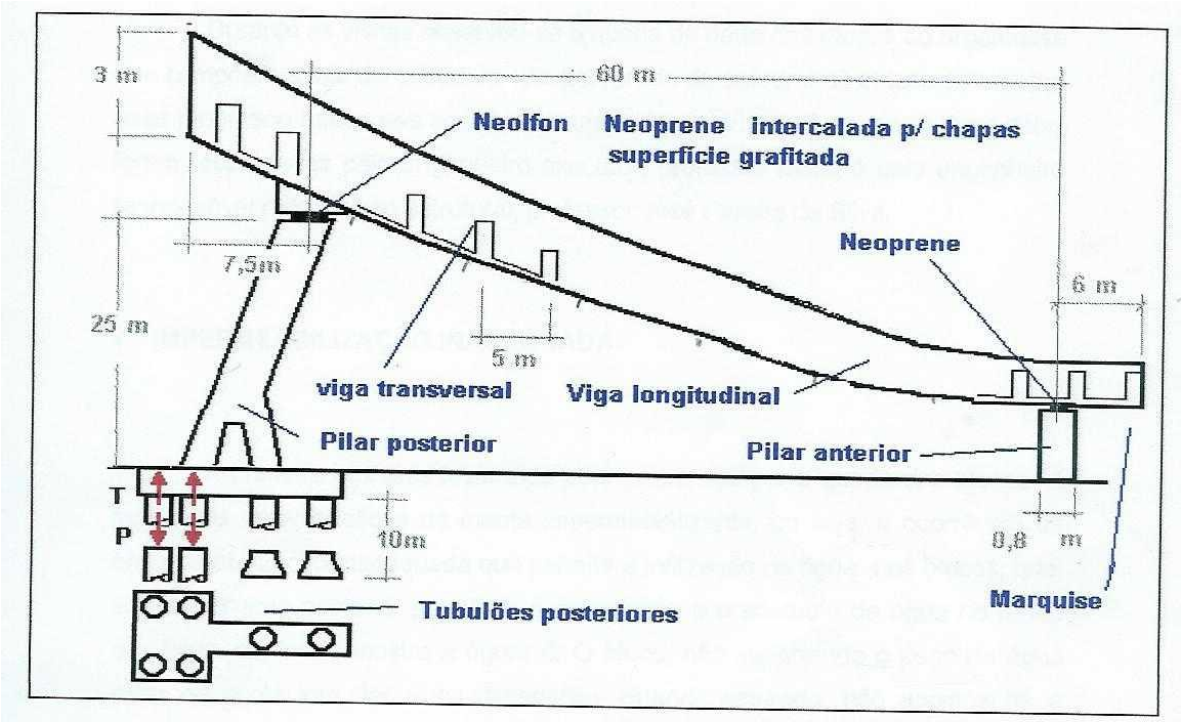

FOTO 2- ESQUEMA ESTRUTURAL DA CATEDRAL

FOTOS 3 -ERROS EXECUTIVOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO ANTERIOR

FOTOS 4 -ERROS EXECUTIVOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO ANTERIOR

FOTO 5-DETALHE DE APARELHO DE APOIO COM FALTA DE MANUTENÇÃO

FOTO 6-VISTA DE VIGA APÓS O HIDROJATEAMENTO DE AREIA JÁ COM A APLICAÇÃO DE PINTURA ANTI-CORROSIVA DE ZINCO NAS ARMADURAS

FOTO 7-VISTA DA RECOMPOSIÇÃO DE SEÇÃO DE VIGA DA CATEDRAL

FOTO 8-VISTA DA INJEÇÃO DE EPÓXI EM FISSURA DE UM PILAR DA CATEDRAL

FOTO 9-DETALHE APÓS A INJEÇÃO DE EPÓXI EM FISSURA DE UM PILAR DA CATEDRAL

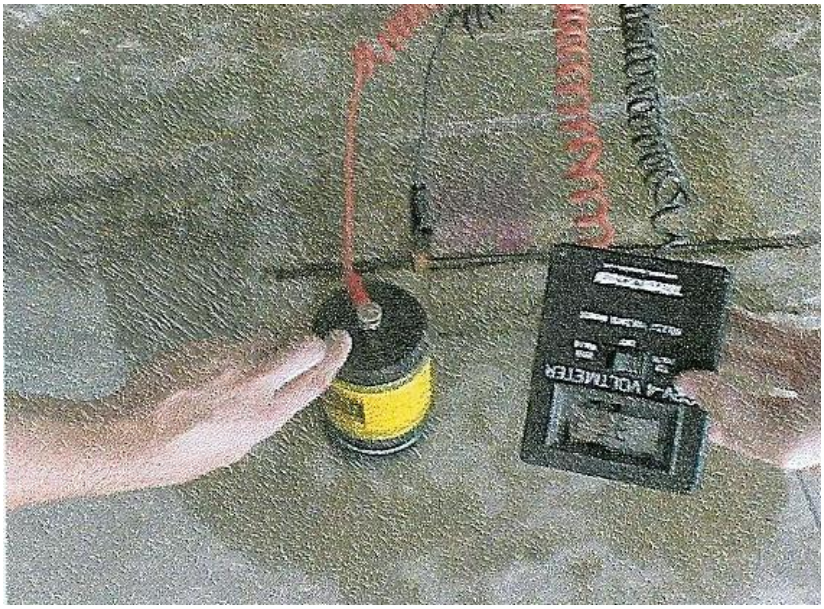

FOTO 10- DETALHE DO ENSAIO DE POTENCIAL DE CORROSÃO EM UM PILAR DA CATEDRAL

FOTO 11-DETALHE APÓS A ASPERSÃO DE FENOLFTALEÍNA EM PILAR DA CATEDRAL EVIDENCIANDO A CARBONATAÇÃO DO CONCRETO E CORROSÃO DAS ARMADURAS

FOTO 12-VISTA DO GRAUTEAMENTO DAS NERVURAS DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS APÓS OS SERVIÇOS DE HIDROJATEAMENTO DE AREIA E PINTURA ANTI-CORROSIVA DE ZINCO NAS ARMADURAS

FOTO 13-VISTA DOS PILARES POSTERIORES E VIGAS PROTENDIDAS APÓS A APLICAÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA

FOTO 14-VISTA LATERAL APÓS A IMPERMEABILIZAÇÃO COM RESINA DE POLIURETANO NAS LAJES E APÓS A APLICAÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA NAS VIGAS PROTENDIDAS

Conclusão

Com a execução dos serviços de recuperação, reforço e impermeabilização das estruturas da Catedral Metropolitana de Natal, obteve-se um incremento na durabilidade de sua estrutura com a utilização das mais modernas técnicas existentes na área, atingindo amplamente os objetivos propostos pela equipe técnica responsável pelos serviços. Deixo o alerta , que na área de engenharia estrutural é necessário trabalhar com empresas altamente qualificadas, para não se repetir os erros executivos ocorridos por causa de desconhecimento teórico e prático, que em virtude do custo final foram escolhidos anteriormente, causando danos a estrutura da Catedral, confirmando-se o ditado que o barato custa caro.

Referências Bibliográficas

-MANUAL DE REPARO,PROTEÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-RED REHABILITAR-DEGUSSA
-MANUAL PARA DIAGNÓSTICO DE OBRAS DETERIORADAS POR CORROSÃO DE ARMADURAS-CARMEM ANDRADE-EDITORA PINI
-O CONTROLE DA CORROSÃO DE ARMADURAS EM CONCRETO-INSPEÇÕES E TÉCNICAS ELETROQUÍMICAS-OSWALDO CASCUDO-EDITORA UFG
-DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO APARENTE EM ATMOSFERA URBANA-PAULO FERNANDO-EDITORA PINI
-MANUAL PARA REPARO,REFORÇO E PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PAULO HELENE-EDITORA PINI
-CORROSÃO EM ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO-PAULO HELENE-EDITORA PINI
-MANUAL PRÁTICO PARA REPARO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PAULO HELENE-EDITORA PINI
-PATOLOGIA E TERAPIA DO CONCRETO ARMADO-MANUEL FERNANDÉZ CÁNOVAS-EDITORA PINI
-PATOLOGIA,RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-VICENTE CUSTÓDIO,THOMAZ RIPPER-EDITORA PINI
-CORROSÃO-VICENTE GENTIL-EDITORA LTC