

RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DO ESTÁDIO DO MARACANÃ ¹

João Cassim Jordy ², Vicente Custódio Moreira de Souza ³, Luiz Carlos Mendes ⁴

Resumo: Este artigo descreve os danos e anomalias observadas na estrutura de concreto armado do Estádio do Maracanã, no Rio de Janeiro, Brasil, e as ações emergenciais implementadas para reabilitação por meio de intervenções de recuperação e reforço de seus elementos estruturais, ocorridas entre 1999 e 2001, com posterior complementação entre 2005 e 2006. São mostrados diversos métodos e procedimentos de intervenções implementadas visando a completa recuperação do maior estádio de futebol do mundo.

Palavras chave: estruturas de concreto, reabilitação de estruturas, recuperação do concreto.

STRUCTURAL RECOVERY OF THE MARACANÃ STADIUM

Abstract: This paper describes damages and anomalies observed in the reinforced concrete structure of the Maracanã Stadium, in Rio de Janeiro, Brazil, and the emergency interventions for repairs, rehabilitation and reinforcements of its structural elements, carried out from 1999 to 2001, being complemented in the years 2005 and 2006. Several methods and procedures applied during these works, whose aim was the complete recovery of the world's largest soccer stadium, are shown.

Keywords: concrete structures, recovery of concrete structures, structural rehabilitation.

INTRODUÇÃO

A construção do estádio do Maracanã foi iniciada em 1948, tendo sido considerada finalizada em 1950, com o objetivo de sediar a Copa do Mundo de 1950, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. O projeto do estádio foi concebido por seis engenheiros brasileiros, sendo a obra executada por um consórcio de quatro construtoras. O estádio do Maracanã possui características monumentais, com 195,600 m² de área construída (incluindo anexos). A obra consumiu mais de 500 mil sacos de cimento, 10,000 toneladas de aço e 7,730,000 horas de serviços de engenharia construtiva, sem interrupções. Atualmente, o estádio pertence à administração pública do Estado do Rio de Janeiro, sob gerenciamento da Superintendência de Desportos do Estado do Rio de Janeiro – SUDERJ – e continua sendo palco de espetáculos de futebol, além de outros eventos de grande vulto.

De forma geral, o estádio do Maracanã é constituído por estrutura em concreto armado, em formato de coroa circular, que contém os locais de acomodação do público, como as cadeiras e arquibancadas. A partir destas acomodações, pode-se visualizar o gramado central, localizado sobre aterro confinado por muro de contenção circundante.

Entre os elementos estruturais principais do estádio podem ser citados os “gigantes”, que apóiam os diversos elementos da estrutura de concreto armado, como os anéis de acesso (das cotas 4.5 m; 9.0 m e 23.0 m), as lajes inclinadas das arquibancadas e das cadeiras, as lajes das marquises de cobertura e as estruturas dos reservatórios d'água superiores. Outros elementos estruturais importantes da edificação são as duas rampas monumentais de acesso ao estádio. Cada rampa é formada por conjunto de quatro planos inclinados entremeados por dois planos horizontais (patamares). O esquema estrutural das rampas é constituído por pórticos formados por pilares esbeltos que apóiam um conjunto de vigas paralelas que, por sua vez, suportam as lajes superiores das rampas e patamares, assim como lajes

¹ Artículo recibido el 5 de agosto de 2006 y aceptado para publicación el 28 de septiembre de 2006.

²M.Sc., Engenheiro Civil, aluno de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense. Rua Passo da Pátria 156, Niterói. CEP 24210.240. Tel/fax: (21)22848066. E-mail: jjordy@poscivil.uff.br

³Ph.D., M.Sc., Engenheiro Civil, Professor Titular, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, Niterói, RJ. CEP 24210.240. Tel/fax: (21) 26295412. E-mail: desouza@civil.uff.br

⁴D.Sc., M.Sc., Engenheiro Civil, Professor Adjunto IV, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense. Rua Passo da Pátria 156, Niterói, RJ. CEP 24210.240. Tel/fax: (21) 27199727. E-mail: lcarlos@predialnet.com.br

interiores, que funcionam como forro. Citam-se ainda, como elementos estruturais, as paredes de contenção em concreto dos fossos de separação entre as cadeiras e o campo de futebol.

No que se refere à construção original, mesmo após a sua inauguração precária, em 1950, vários elementos constituintes do estádio não foram totalmente concluídos ou, inusitadamente, sofreram acabamentos improvisados. Como agravante, os serviços de manutenção ao longo da existência da edificação não têm sido realizados de maneira sistemática ou criteriosa. Além disso, a construção pública tem sido exposta aos agentes agressivos atmosféricos, intempéries e poluição, por meio da ação de umidade do ar, águas projetadas por precipitações e gases residuais de motores e veículos. Além disto, a edificação do estádio do Maracanã vem sendo alvo da ação de atos de vandalismo, como depredação de louças e metais sanitários, danos em luminárias, agressão por líquidos orgânicos, como urina, e entupimento de instalações de drenagem por detritos. Tais fatos propiciaram a incidência de processos de degradação da estrutura em concreto pela disseminação de importantes processos de deterioração.

Neste artigo são relatados diversos procedimentos executivos de obras e serviços de engenharia realizados entre 1999 e 2001, referentes à recuperação e reforço dos principais elementos que compõem a estrutura do estádio do Maracanã, levando-se em conta as manifestações patológicas observadas. As Fotos 1 e 2 mostram vistas do estádio do Maracanã, respectivamente, antes e durante os serviços de recuperação estrutural implementados entre 1999 e 2001.



Foto 1: Vista geral do Maracanã antes dos serviços de recuperação iniciados em 1999.



Foto 2: Vista da cobertura do estádio durante a obra de recuperação em 2000.

DURABILIDADE E PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DO ESTÁDIO

Após vistorias, análises e diagnósticos realizados no ano de 1999, constatou-se que elementos principais da estrutura em concreto apresentavam manifestações patológicas importantes, em situação de risco estrutural, como os casos dos “balanços dos gigantes” de apoio da cobertura, das lajes de cobertura apoiadas nos “balanços dos gigantes”, das rampas monumentais externas de acesso ao estádio, das rampas internas de acesso às arquibancadas, das vigas de bordo no limite inferior das cadeiras e das arquibancadas, dos reservatórios d’água ao nível da cobertura e dos muros de contenção dos aterros junto ao gramado. Entretanto, foi evidenciado um caso de preservação de desempenho estrutural, referido às lajes inclinadas das arquibancadas e cadeiras, as quais, ao momento da inspeção de engenharia, em 1999, apresentavam baixos índices de manifestações patológicas (Jordy e De Souza, 2001).

De forma geral, em relação às principais manifestações patológicas encontradas nos diversos elementos estruturais, podem ser citadas: infiltrações de água, desagregações do concreto por lixiviação ou por deslocamento, corrosão das armaduras, fissurações, carbonatação, eflorescências e descolorações com bolor (Canovas, 1984; De Souza e Ripper; 1998).

Foram constatadas como causas prováveis das manifestações patológicas os seguintes fatores: falhas de projeto e detalhamentos do concreto, ação de agentes agressivos atmosféricos, ação das águas estocadas e águas de percolação, falhas nas instalações, atos de vandalismo e urina, inexistência ou falha de sistemas protetores e impermeabilizações adequadas, deficiências ou inexistência de programas de manutenção, além de pendências de serviços não completamente realizados referentes à obra original. Como consequência, instauraram-se processos de deterioração nas peças estruturais, concorrendo para a perda de capacidade resistente das mesmas, com riscos de ruína e desconforto aos usuários, além de prejuízos sociais devido às inúmeras obras cíclicas realizadas para recuperação desde a inauguração (Jordy e De Souza, 2001).

As Fotos 3 e 4 mostram anomalias observadas em elementos estruturais principais do Maracanã, durante inspeções em 1999.



Foto 3: Anomalias no concreto, em laje de cobertura do estádio.



Foto 4: Deterioração na estrutura de pilar de apoio das rampas monumentais

RECUPERAÇÃO DA COBERTURA DO ESTÁDIO

A cobertura do estádio do Maracanã é formada por lajes maciças apoiadas em vigas invertidas, que, por sua vez, apóiam-se em segmentos em balanço referentes às estruturas dos gigantes (os chamados “balanços dos gigantes”), formando uma proteção em marquise sobre as arquibancadas. As vigas invertidas possuem formato de “T”.

Devido a tentativas de proteção com utilização de diversos tipos de telhados, todas sem eficiência, e, também, a falhas de concepção por uso de sistemas de impermeabilização não adequados aplicados sistematicamente na cobertura, surgiram importantes efeitos de deterioração em elementos estruturais, como nas mesas de vigas e nas interfaces de apoio do sistema vigamento/lajes com os “balanços dos gigantes” (Jordy, 2002).

Recuperação dos “balanços dos gigantes”

Os “balanços dos gigantes” projetam-se sobre as arquibancadas do Maracanã em uma área correspondente a 2/3 de sua projeção horizontal, sendo vinculados às estruturas dos “gigantes” a partir da cota 23 metros. Por sua vez, cada par de “balanços dos gigantes” apóia, pelas suas faces inferiores, o sistema de cobertura, formado por um outro sistema de vigas paralelas e painel de laje com 6 cm de espessura: este conjunto forma a marquise monumental. A cobertura em marquise, que protege parcialmente o público das arquibancadas, contém sistema de iluminação por holofotes, sistema de sonorização, e passarela metálica circundante na face superior para acesso e manutenção.

Levando-se em conta o grau de manifestações patológicas levantadas em inspeções de vistorias e a situação de risco estrutural, foram efetuadas análises e diagnósticos, seguidos de projetos detalhados para obras e intervenções de recuperação nas peças estruturais danificadas, conforme a sequência a seguir (ABNTa, 2003; ABNT, 2004):

1. instalação de andaimes metálicos e respectivos sistemas de proteção com aparadores de detritos, apoiados sobre as arquibancadas, com plataformas superiores em pranchões de madeira para acesso às faces inferiores dos “gigantes” e aos seus vínculos com o sistema vigamento/lajes de cobertura;
2. intervenções de corte e apicoamento das superfícies de concreto danificadas, procedendo-se à remoção do cobrimento de concreto sobre as armaduras dos “balanços dos gigantes” com a utilização de martelo pneumático leve (5 kg), com exposição parcial das barras de aço longitudinais inferiores e transversais;
3. em seguida foi feito o serviço de preparação das superfícies, com limpeza de partículas soltas de concreto e remoção de resíduos de corrosão das barras de aço, por meio da aplicação conjunta de jato de areia e água, com a utilização do próprio equipamento de projeção de concreto;
4. montagem de armadura adicional, com novas barras longitudinais inferiores além de novos estribos transversais, para a garantia do apoio e suspensão das cargas provenientes do sistema vigamento/lajes de cobertura, conforme detalhamento de projeto estrutural de recuperação previamente elaborado;
5. detecção de fissuras nos “balanços dos gigantes”, seguido de instalação e fixação de dispositivos plásticos (biqueiras, piteiras) para posterior injeção de resina epóxi para selagem das fissuras;

6. montagem de gabaritos em madeira para limitação das áreas de recuperação, e garantia da espessura final da camada de concreto projetado, na espessura de 6 cm;
7. preparação de concreto para projeção por via seca, com adição de sílica ativa, segundo as características a seguir: cimentos CP II- E -32 - RS (ou CP III - 32 - RS), consumo de cimento = 330 kg/m³, consumo de areia grossa = 0.9801 l/m³, consumo de pedrisco = 0,4819 l/ m³, sílica ativa em consumo de 10% em relação à massa de cimento, fator água/cimento de 0.35 a 0.40, e $f_{ck} = 30$ MPa (Neville, 1997);
8. equipamentos de projeção: compressor de ar a diesel, reservatório de água pressurizada, mangueiras de ar/água, mangote de mistura seca, bico de projeção e registro para adição e mistura d'água, vaso duplo de pressão, betoneira de eixo inclinado para elaboração da mistura;
9. projeção de concreto projetado, via seca, em duas camadas sucessivas de 3 cm cada, sendo a segunda camada aplicada antes do início da pega da primeira. Após a segunda camada, antes do início da sua pega, procedimento de sarrafeamento seguindo a espessura definida pelos gabaritos em madeira. Após o final da pega do concreto, aplicação de chapisco grosso como acabamento superficial e execução de procedimento de cura por aspersão de resina acrílica, seguido por borrifação de água por período apropriado;
10. aplicação de tratamento protetor na face superior da cobertura com utilização de sistema de impermeabilização à base de membrana de poliuretano, segundo projeto específico (Cunha e Neumann, 1979; ABNT, 2003b).

As Fotos 5 e 6 ilustram os procedimentos mencionados nos itens 1 a 9.



Foto 5: Recuperação do “balanços dos gigantes”, sob a cobertura.



Foto 6: Recuperação do “balanços dos gigantes”, sobre a cobertura.

Tratamento das mesas de compressão das vigas invertidas

As vigas invertidas receberam tratamento estrutural, caracterizado por substituição de concreto desagregado nas mesas de compressão, pois, de forma geral, não foram observadas diminuições consideráveis das seções transversais de barras de aço por processos corrosivos (Canovas, 1984; De Souza e Ripper, 1998). Assim sendo, não houve indicação da recomposição das áreas de suas seções. O tratamento das mesas de compressão processou-se conforme a seguir:

1. serviço de corte do concreto danificado e apicoamento das superfícies, expondo-se parcialmente e localizadamente as armaduras, por processo manual com a utilização de marreta leve de 2 kg e ponteiro e também por meio de processo mecânico, com a utilização de martelo elétrico leve de 5 kg;
2. após a exposição das armaduras, localizadamente, limpeza dos resíduos de corrosão através de escovação manual com cerdas de aço, seguido de hidrojateamento;
3. montagem de pequenos elementos de fôrmas para a moldagem do material de recomposição das seções de concreto envolvendo as armaduras tratadas;
4. recomposição das seções de concreto com aplicação de grout mineral;
5. execução de cura por meio de aspersão de resina acrílica superficialmente no elemento recém recuperado, complementando com cura úmida através de borrifamento de água por período apropriado.

As Fotos 7 e 8 ilustram os procedimentos mencionados nos itens 1 a 4.



Foto 7: Corte do concreto danificado em mesa de compressão de viga.



Foto 8: Execução de fôrmas para recomposição do concreto.

RECUPERAÇÃO DAS RAMPAS MONUMENTAIS DE ACESSO

Os elementos estruturais referentes às rampas monumentais de acesso ao estádio apresentavam anomalias como já citado em itens anteriores, com destaque para aquelas incidentes nos pilares de sustentação dos pórticos que apóiam o sistema de rampas e patamares, assim como as próprias estruturas das lajes superiores e vigamentos que formam o sistema. Sabe-se que, ao longo dos anos, várias intervenções de recuperação foram realizadas nestes pilares, porém constatou-se que as manifestações patológicas persistiam em reincidir. Isso, provavelmente, ocorria devido ao tratamento apenas dos efeitos das manifestações patológicas sem, contudo, serem coibidas suas causas.

No caso das lajes inclinadas e patamares superiores referentes às rampas monumentais, também se constatou que sofreram intervenções sucessivas de tratamentos protetores de impermeabilização, porém sem lograrem êxito. Como consequência, houve a proliferação da penetração e percolação de agentes agressivos, com consequente instauração de anomalias estruturais. Como agravante, as lajes de forro, as chamadas “lajes arquitetônicas”, posicionadas abaixo das rampas e patamares, formam caixões perdidos juntamente com as lajes superiores e os vigamentos de apoio, favorecendo tanto o acúmulo d'água e vapor em atmosfera confinada, como também a incidência de anomalias nas estruturas das rampas.

Recuperação e reforço estrutural do vigamento de apoio das lajes

Considerando as manifestações patológicas relatadas referentes aos diversos elementos estruturais que constituem as rampas monumentais, como pilares e sistemas de vigas e lajes, foram indicados e detalhados em projeto estrutural de recuperação os procedimentos seguintes (ABNT 2004; Helene, 1992):

1. demolições das lajes superiores referentes aos planos inclinados e patamares, para acesso ao sistema de vigas de apoio, utilizando martelo pneumático de 20 kg, além de veículo leve sobre esteiras equipado com lança e britador pneumático acoplado;
2. intervenções de corte e apicoamento de concreto danificado em sistema de vigas de apoio, localizadamente, com a utilização de martelo pneumático leve, de 5 kg;
3. preparação das superfícies de vigas, com remoção de partes desagregadas do concreto e de resíduos de corrosão das armaduras, com aplicação de jato de areia e água;
4. apicoamento mecânico das superfícies das vigas, utilizando apicador pneumático de agulhas, objetivando a melhoria da aderência e incorporação do material de recuperação e reforço;
5. limpeza com aplicação de hidrojateamento;
6. instalação e montagem de armadura para recuperação (localizada) e para reforço (generalizada), em posições longitudinais e transversais, conforme projeto estrutural de reforço previamente elaborado;
7. montagem de sistema de fôrmas metálicas e respectivo cimbramento lateral;
8. lançamento de concreto usinado, de consistência fluida, auto-adensável, com adição de 10% de sílica ativa em relação à massa de cimento, $f_{ck} = 20$ MPa, incorporando-se, juntamente com a armadura adicional, à estrutura original do vigamento de apoio, promovendo a sua recuperação e reforço (Neville, 1997);
9. após os procedimentos de desforma, execução de cura com lonas em tecido, encharcadas com água em abundância, por período adequado.

As Fotos 9, 10, 11 e 12 ilustram os procedimentos mencionados nos itens 1 a 9.



Foto 9: Vista geral da recuperação das rampas monumentais.

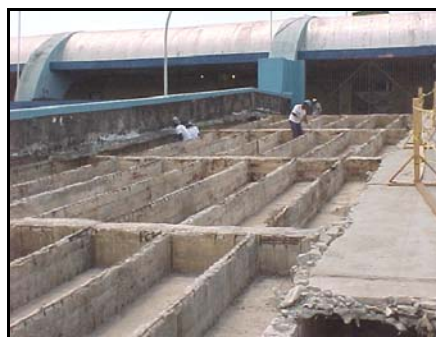


Foto 10: Danos e anomalias nas estruturas do vigamento de apoio após a demolição da laje superior.



Foto 11: Montagem da armadura de reforço em vigamento de apoio, seguido de instalação de fôrmas.



Foto 12: Procedimentos de cura do concreto, após o reforço das vigas de apoio das rampas monumentais.

Construção de novas lajes superiores

Após o reforço do vigamento de apoio, efetuou-se a construção das novas lajes superiores, utilizando como fôrmas vigotas pré-fabricadas (treliças de aço com capa inferior em concreto), segundo a sequência seguinte:

1. montagem de armaduras superiores e inferiores em malha ortogonal formada por tela eletro-soldada e barras adicionais convenientemente dispostas, seguindo projeto estrutural de recuperação;
2. lançamento de concreto bombeável utilizando caminhão bomba com lança acoplada, $f_{ck} = 20$ MPa, com adição de 10% de sílica ativa em relação à massa de cimento, espessura 12 cm, acabamento superficial com motolisaadora para textura superficial ligeiramente áspera, cura através de lona encharcada com água (Neville, 1997).

Aproveitando o esquema estrutural de células formadas por vigas e lajes de forro, foram criados calhas coletoras para águas pluviais e sistema de tubos para drenagem, com interrupções intencionais das concretagens nos limites das entradas das calhas. No que tange ao plano de concretagem das lajes, elas foram concretadas em duas etapas, para evitar a completa interrupção dos acessos ao estádio.

As Fotos 13 e 14 ilustram os procedimentos mencionados nos itens 1 a 2.



Foto 13: Supervisão dos serviços de concretagem das lajes superiores das rampas monumentais.



Foto 14: Lançamento de concreto referente às lajes superiores das rampas monumentais de acesso ao estádio.

Recuperação dos pilares

Os pilares de apoio das rampas monumentais sofreram intervenções de recuperação utilizando armaduras complementares e concreto projetado, por via seca, contemplando os serviços abaixo descritos:

1. montagem de sistema de andaimes metálicos, com plataformas móveis em pranchões de madeira, além de dispositivos de segurança e proteção por telas plásticas;
2. corte do concreto danificado e apicoamento das superfícies, efetuando-se a remoção do cobrimento de concreto, com exposição parcial das armaduras longitudinais e transversais, utilizando-se martelo pneumático leve, de 5 kg;
3. preparação das superfícies, com limpeza de partículas soltas e remoção de resíduos de corrosão das barras de aço por jateamento de areia e água;
4. instalação e montagem de armadura para recuperação (localizada) e para reforço (generalizada), em posições longitudinal e transversal, conforme projeto estrutural de recuperação e reforço;
5. montagem de gabaritos em sarrafos de madeira para indicação da espessura a ser atingida pelo concreto projetado (espessura de 4 cm) e pela argamassa de acabamento superficial, aditivada com polímero de estireno-butadieno (espessura de 1 cm);
6. projeção de concreto projetado, por via seca, com adição de sílica ativa, segundo as características a seguir: cimentos CP II- E -32 - RS (ou CP III - 32 - RS), consumo de cimento 330 kg/m³, areia grossa no consumo de 0,9801 l/ m³, pedrisco no consumo de 0,4819 l/ m³, sílica ativa no consumo de 10% em relação à massa de cimento, relação água/cimento $x = 0.35$ a 0.40 , $f_{ck} = 30$ MPa (Neville, 1997);
7. acabamento das superfícies utilizando molde circular em madeira laminada para a garantia do acabamento superficial dos pilares, com sarrafeamento do concreto projetado, incluindo a adição de argamassa aditivada;
8. procedimentos de cura por meio de aspersão de resina acrílica superficialmente à peça recém recuperada/reforçada, complementando com cura úmida através de borrifamento de água por período apropriado.

As fotos 15 e 16 ilustram os procedimentos mencionados nos itens 1 a 4.



Foto 15: Vista parcial de pilar de apoio das rampas monumentais, durante recuperação e reforço.



Foto 16: Instalação de armadura adicional de recuperação e reforço em pilares de apoio das rampas monumentais.

SISTEMA DE PROTEÇÃO ÀS ESTRUTURAS DA COBERTURA

Os serviços de recuperação estrutural do estádio do Maracanã sofreram interrupções e paralisações entre os anos de 2002 a 2003, devido a questões relacionadas à escassez de recursos e a outras de cunho contratual.

Entretanto, a partir de 2004 as obras foram retomadas, visando a complementação dos serviços de recuperação estrutural, além de outros serviços ligados à adequação do estádio para atendimento a eventos esportivos, entre estes os Jogos Pan-americanos de 2007.

Em setembro de 2005 foi realizada inspeção de vistoria na cobertura do estádio para avaliação do estado das estruturas recuperadas entre 1999 e 2001, incluindo o estado dos sistemas de proteção por impermeabilizações, estes não concluídos após as obras de recuperação das estruturas da cobertura. O diagnóstico foi de que as estruturas permaneciam preservadas, sendo necessárias apenas ações de recuperação de pequena monta. Todavia, grande parte das proteções por impermeabilizações necessitava de reabilitação e complementação, para garantir a proteção dos serviços de recuperação até então realizados.

Procedeu-se, então, em 2005, à elaboração de especificações para conclusão da aplicação dos sistemas de impermeabilização, para realização durante o ano de 2006.

A Figura 1 mostra detalhe da aplicação das impermeabilizações necessárias à proteção das estruturas que formam a cobertura em marquise do estádio do Maracanã.

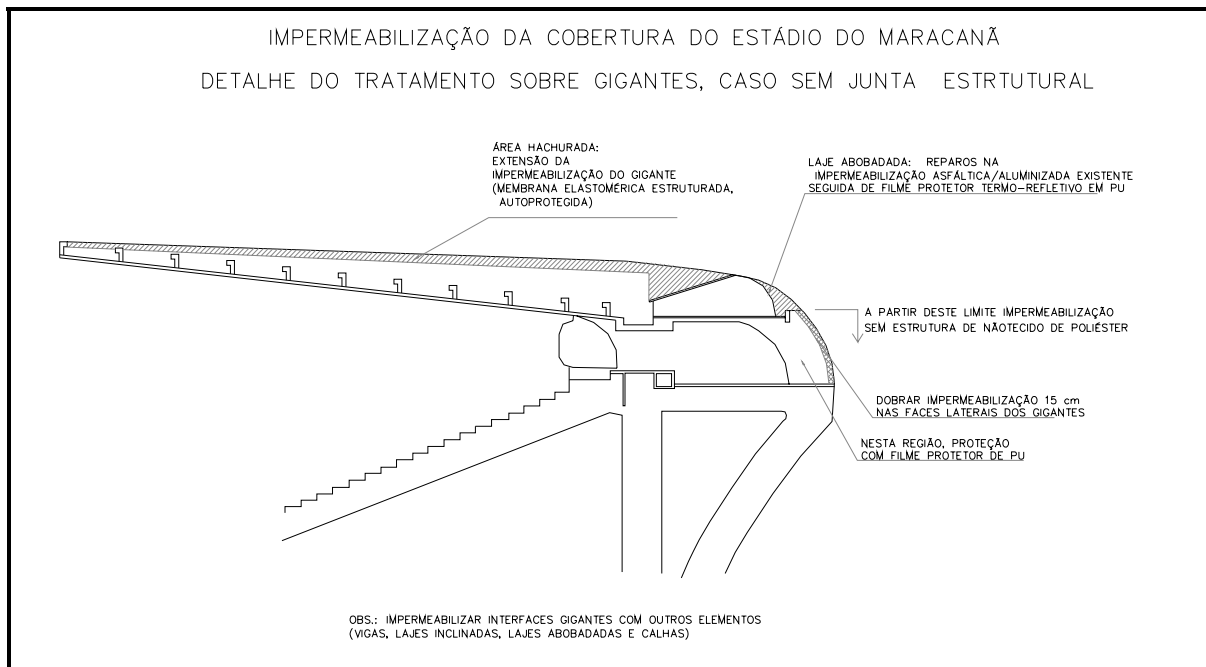


Figura 1: Detalhe da impermeabilização das estruturas de “balanços de gigantes”.

As Fotos 17 e 18 mostram a aplicação de sistemas de proteção por impermeabilização dos elementos estruturais da cobertura do estádio do Maracanã, implementados no ano de 2006. A impermeabilização aplicada sobre os elementos estruturais da cobertura irá coibir a ação de agentes agressivos e, como consequência, irá garantir a durabilidade das estruturas recuperadas.



Foto 17: Proteção das estruturas da cobertura por meio de sistemas de impermeabilização.



Foto 18: Proteção das estruturas da cobertura, após a conclusão da impermeabilização.

CONCLUSÕES

Os serviços de recuperação ou de reforço de estruturas em concreto devem ser objeto de projetos previamente elaborados, calcados em normas de projeto e de execução. Além disso, os serviços devem ser fiscalizados por profissionais legalmente habilitados e especializados neste ramo da Engenharia Civil.

Os tratamentos protetores de impermeabilização, aplicados sobre as estruturas recuperadas ou reforçadas, devem ser projetados e fiscalizados, no Brasil, conforme recomendações da norma NBR 9575 (ABNT 2003b). Os procedimentos de execução devem também, neste caso, ser fiscalizados por profissionais, engenheiros ou arquitetos, habilitados.

As intervenções de recuperação e de reforço das estruturas do estádio do Maracanã se mostraram oportunas, levando-se em conta aspectos como a necessidade da eliminação de manifestações patológicas, coerção de riscos estruturais, garantia da segurança e conforto aos usuários, e preservação da construção monumental, de valor histórico.

Os processos de deterioração estrutural observados no estádio do Maracanã ocorreram devido a falhas de concepção de projeto, a atos de vandalismo e, principalmente, devido à inexistência de programas de manutenção predial. Urge a necessidade de implementação de sistema de gestão em engenharia de manutenção predial para a edificação do estádio do Maracanã, com enfoque técnico e multidisciplinar.

Os procedimentos executivos dos serviços de recuperação e de reforço realizados entre os anos de 1999 e 2001 foram conduzidos de forma criteriosa, obedecendo à ordem lógica de prioridades, segundo os respectivos riscos estruturais, seguindo projetos previamente elaborados e dentro de técnicas executivas aceitáveis. A complementação dos serviços, após hiato de paralisação entre 2002 e 2003, tem obedecido ao cronograma, com plena execução entre 2005 e 2006, com previsão de término em 2007.

As intervenções para recuperação das estruturas em concreto do estádio do Maracanã objetivaram igualmente o tratamento dos efeitos e das causas dos processos de deterioração. Por isto, estes serviços de reabilitação, após suas conclusões, foram sucedidos por tratamentos protetores de impermeabilizações, com vistas à garantia da durabilidade da estrutura de concreto.

AGRADECIMENTOS

As instituições públicas abaixo listadas foram determinantes na aquisição de dados e no oferecimento de meios necessários à elaboração deste trabalho e, por isto, expressamos nossa sincera consideração e agradecimentos: Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense; Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Superintendência de Esportes do Estado do Rio de Janeiro; Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2003a). NBR 6118 - *Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil, 180p.
- ABNT (2003b). NBR 9575 - *Impermeabilização – Seleção e Projeto*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil, 12p.
- ABNT (2004). NBR 14931 - *Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil.
- Canovas, M.F. (1984). *Patologia y Terapéutica del Hormigon Armado*. Editorial Dossat, Madrid.
- Cunha, A. G. e Neumann, W. (1979). *Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico/Como Projetar e Executar*. 5 ed., Editora Independente, Rio de Janeiro, Brasil.
- De Souza V.C.M. e Ripper, T.J.C. (1998). *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. Editora Pini, São Paulo, Brasil.
- Helene, P. (1992). *Manual para Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto*. 2.ed. São Paulo. Editora Pini.
- Jordy, J.C. e De Souza, V.C.M.(2001). “Durability, maintenance and rehabilitation of public buildings in Brazil”. *Proceedings of the Symposium SANACE 11*, Brno, República Tcheca, pp. 209-218.
- Jordy, J.C. (2002). *Desempenho e Avaliação dos Serviços de Impermeabilização Aplicados em Edificações*. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense - UFF. Niterói, Brasil.
- Neville, A.M. (1997). *Propriedades do Concreto*. Trad. Salvador E. Giamusso. Editora Pini, São Paulo, Brasil.

