

a revista do engenheiro civil

PINI

www.revistatechne.com.br

téchné

apoio
IPT

Edição 173 ano 19 agosto de 2011 R\$ 24,00

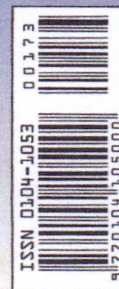
ENTREVISTA

MARCO ANTONIO MANSO

Coordenação de
projetos

CONCRETE SHOW

Conheça alguns
produtos
exibidos na feira



Catalogada

Florianópolis, SC

Patrimônio ameaçado

Cartão-postal de Florianópolis corre contra o tempo e a maresia. Para salvar a ponte Hercílio Luz, consórcio precisa construir novos apoios sob o tabuleiro. Veja detalhes do complexo plano de recuperação

Traço sob medida

Recuperado e adaptado estruturalmente, Estádio Municipal de Fortaleza poderá receber treinos de seleções durante a Copa de 2014. Obras demandaram até o desenvolvimento de concretos e grautes especiais

O Estádio Municipal Presidente Vargas, também conhecido como PV, é o segundo mais importante de Fortaleza e foi construído em 1941. Suas instalações, adequadas para as necessidades da época, tornaram-se obsoletas e o descuido abriu as portas

para o surgimento de diversas manifestações patológicas que se somaram ao longo desses 70 anos.

Mas como o Presidente Vargas receberá jogos-treino da Copa do Mundo 2014, a Prefeitura de Fortaleza, em 2009, preocupada com a situa-

ção em que se encontrava o estádio, contratou a Universidade Federal do Ceará para realizar um diagnóstico e laudo técnico, com a participação da Escola Politécnica da USP, que incluiu a verificação da estabilidade da estrutura para cargas estáticas e dinâmicas,



Fotos: divulgação Consórcio Módulo Engenharia e Construtora Fujita

Vista geral do estádio após a recuperação. Com novo partido estrutural e reforços, estádio tem agora capacidade para 22 mil torcedores sentados e receberá seleções para treinos em 2014



As obras iniciadas em janeiro de 2010 alteraram tanto a funcionalidade como o partido estrutural

ensaios de concentração de cloretos, de carbonatação, de potencial eletroquímico e verificação de danos à camada de revestimento. A corrosão das armaduras foi agravada pela ação da amônia, presente na urina.

O consórcio formado pela Módulo Engenharia e pela construtora Fujita venceu a licitação da obra em meados de 2009. A Módulo é especializada em identificar, diagnosticar e executar recuperação e reforço em estruturas de concreto armado. A Fujita executou a obra. Os responsáveis por elaborar os projetos de recuperação, reforço e modernização do estádio foram os calculistas estruturais José Luiz Cardoso e Luiz Eduardo Cardoso, da JLC.

No total, foram recuperados e reforçados 37.620 m² de estrutura de concreto armado e lançados 2.633 m³ de concreto projetado. As obras foram iniciadas em janeiro de 2010 e concluídas em maio de 2011. O estádio aumentou sua capacidade para 22 mil pessoas e o acesso pode ser feito por rampas. Também dispõe agora de dois elevadores para as autoridades e deficientes físicos, além de vários acessórios requisitados pelo padrão Fifa.

Mudanças significativas

As transformações foram significativas tanto na funcionalidade como na estrutura de concreto armado. O sistema estrutural foi modificado, e todos os pórticos planos principais, no sentido radial do estádio, tornaram-se monolíticos, transformando-se em pórticos com cinco pilares o que antes eram dois pórticos sequenciados, um com dois pilares e o outro com três pilares. Além disso, algumas juntas de dilatação foram bloqueadas, principalmente as dos setores curvos do estádio.

Toda a estrutura das arquibancadas foi reforçada com armaduras complementares e concreto projetado com adição de sílica ativa. Esta metodologia foi precedida pelo apicoamento e furação do concreto, e pela montagem e fixação das armaduras. “Como se trata de uma arquibancada, os acessos são difíceis e dificultam a aplicação manual do graute ou o uso de fôrmas. O uso do concreto projetado tornou o trabalho mais rápido, além de proporcionar um resultado melhor com sílica ativa”, enfatiza o engenheiro Luis Carlos Montenegro, diretor da Módulo.

As arquibancadas receberam um revestimento de microconcreto modificado com polímero, a fim de prevenir fissuras de retração e deslocamentos. Um ensaio de aderência foi realizado pela Universidade Federal do Ceará.

Patologias

De acordo com Montenegro, entre outras patologias, a estrutura apresentava pontos de deslocamento devido ao aumento de diâmetro das armaduras corroídas, que forçam a camada de revestimento do concreto. Este aumento de diâmetro ocorre devido à corrosão, principalmente, por cloretos, comuns em regiões litorâneas.

Devido à idade da estrutura, também foi diagnosticada a carbonatação, além de insuficiência de revestimento e inexistência de impermeabilização. A maioria dos problemas aconteceu por falta de manutenção e pelo tipo de execução da época.

Ensaio dinâmico de vibração forçada foram acompanhados pelo professor Pedro Almeida, da Poli-USP, para simular o efeito dinâmico provocado pelo público. Com esses dados, os calculistas »

Principais etapas



1



4

- 1 Apicoamento da estrutura com martelete hidráulico
- 2 Substituição e recuperação de armaduras da parte superior da arquibancada
- 3 Substituição e recuperação de armaduras na parte inferior da arquibancada
- 4 Aplicação de concreto projetado
- 5 Acabamento da arquibancada com microconcreto
- 6 Colocação de vidros blindados para separar o campo das arquibancadas



2



5



3



6

Fotos: divulgação Consórcio Módulo Engenharia e Construtora Fujita

da JLC projetaram o reforço de toda a estrutura, além do bloqueamento de algumas juntas de dilatação e consolidação dos pórticos principais, eliminando dentes Gerber.

A metodologia utilizada pela Módulo para a recuperação e reforço estrutural consistiu, primeiro, em fazer o apicoamento e cortes no concreto das superfícies dos pilares, vigas e lajes com marteletes e rompedores pneumáticos e, em alguns casos, com marteletes elétricos. Depois, foi realizada a furação da estrutura para colocação das armaduras de reforço.

No passo seguinte, efetuou-se a montagem e fixação das armaduras com epóxi, seguida de hidrojateamento com agregados molhados das armaduras e do concreto velho. Na sequência, a aplicação de concreto projetado com adição de sílica ativa, em toda a superfície armada. A sílica ativa acrescentada ao traço do concreto, na proporção de 10% em relação ao peso do cimento, ajudou a melhorar sua qualidade final, diminuindo a porosidade, o fator água-cimento, a permeabilidade e as perdas decorrentes da reflexão do material projetado.

Traço controlado

“Todos os traços de concreto projetado utilizados na obra foram controlados e ensaiados por uma empresa especializada, que nos forneceu resultados de resistência, consumo, porosidade e fator água-cimento. A resistência à compressão adotada como parâmetro para o concreto projetado foi de 30 MPa. Entretanto, especificamente para alguns elementos estruturais, atingimos um f_{ck} de 45 MPa”, destaca o engenheiro estrutural, José Ramalho, consultor da obra.

Finalmente, partiu-se para o acabamento e aplicação de impermeabilizante na superfície inferior ou superior, conforme a especificação.

Segundo Montenegro, esta é a metodologia adotada na grande maioria dos casos. “Para atingirmos o ritmo planejado, com prazo exíguo, trabalhamos com quatro máquinas projetoras tipo Allentown, seis compressores com capacidade de 400 P.C.M., um reserva-

Microconcreto polimérico



Originalmente o estádio não dispunha de cadeiras em sua arquibancada e as torcidas ficavam sentadas sobre o concreto. Com a modernização, além de ser uma exigência da Fifa para os novos estádios, seria necessária a implantação de cadeiras.

Porém, o estádio apresentava um grande problema de irregularidade no alinhamento do perfil das arquibancadas, o que tornava inviável a solução, sem antes ser feita a regularização da superfície.

O consórcio precisava de uma argamassa ou microconcreto de qualidade e alta aderência com o concreto antigo, tanto para suportar os efeitos climáticos, como impactos e vandalismo de torcedores. Uma empresa de produtos químicos para construção traçou então um microconcreto polimérico que permitisse regularizações de baixa espessura com elevada aderência física e química, com baixo módulo de elasticidade, que acompanhasse melhor as

deformações da base e que fosse impermeável e resistente às intempéries. Com isso elevou o desempenho do revestimento, oferecendo maior resistência à abrasão do que as argamassas comuns, numa única etapa de aplicação. De acordo com Luiz Prado, químico responsável da empresa que formulou o microconcreto, havia sido previsto inicialmente o uso de argamassa de cimento e areia para regularização do contrapiso das arquibancadas, com ponte de aderência física e sobreposta ao impermeabilizante polimérico. “Mas, como sabemos, a aderência de argamassas de baixa espessura é um ponto vulnerável na construção em geral, requerendo uma ponte de aderência química. O baixo módulo de deformação da argamassa irá permitir maior vida útil, pelo fato de acompanhar melhor as movimentações da base, principalmente de um estádio de futebol”, lembra Prado.

tório de ar de 1 m³, aproximadamente 50 equipamentos pneumáticos de várias espécies, além de equipamentos elétricos para diversas finalidades.

Alguns outros procedimentos foram empregados pontualmente, como injeção de resina epóxi, reforço com fibras de carbono e proteção da estrutura de concreto armado com materiais cristalizantes e impermeabilizantes, que funcionam por osmose ao impregnar os poros do concreto. <<

Heloisa Medeiros

FICHA TÉCNICA

contratante: **Prefeitura Municipal de Fortaleza**; execução: **Consórcio Módulo/Fujita**; consultor: **engenheiro José Ramalho**; responsáveis técnicos: **Luis Carlos Silva Montenegro, Lucas Rocha Montenegro, Carlos Roberto Carvalho Fujita, Liana Fujita Rocha**; corresponsável: **Océlio Valente**; argamassas e grautes de recuperação: **Quimicryl**.