

QUALIDADE DAS COBERTURAS PLANAS ESTUDO DE CASO – EDIFÍCIO FAU-USP -CUASO¹

Autores:

IVAN SILVIO DE LIMA XAVIER - Arquiteto. Mestrando do curso de Pós-Graduação FAU-USP, diretor da Xavier e Haddad Projetos e Construções Ltda. Av. Dr. Cândido Mota Filho, 102. Tels. 055-011-268.7162 Fax 055-011-268.6652 S. Paulo - Brasil.

JOÃO ROBERTO LEME SIMÕES - Arquiteto, Professor Dr. da FAU-USP - Depto de Tecnologia da Arquitetura, pesquisador do NUTAU/USP e Presidente da FUPAM. Rua do Lago, 876, CUASO. Tels. 055-011-814.0829/45.71 Fax 055-011-818.5032 S. Paulo - Brasil.

Resumo:

No ano de 1994, após uma série de reuniões e avaliações, contando com a aprovação pelo CONDEPHAT e FUNDUSP, procurou-se através de uma primeira experiência, face a complexidade do problema técnico, diagnosticar e resolver as infiltrações na laje plana da cobertura do edifício da FAU-USP, construído em 1969. Esta laje em grelha, de concreto armado aparente, revela a ousadia do sistema estrutural concebida pelo arq. Vilanova Artigas e pelo esc. Figueiredo Ferraz. A mesma apresentava de maneira generalizada, acentuado processo de degradação com níveis de oxidação das armaduras e carbonatação do concreto, provocados pelos vazamentos da laje resultando patologias e comprometimentos estéticos pela sua péssima aparência visual. Para isto vários pormenores contribuíram como: carência no detalhamento do projeto, insuficiente declividade adotada, acentuada deformação do concreto e inexistência de isolamento térmico. Objetivando-se solucionar o problema, técnicos do FUNDUSP realizaram infrutiferamente vários reparos os quais vieram a comprometer ainda mais o processo de degradação. Visando sanar estas patologias a diretoria da FAU-USP, assessorada por professores e técnicos da área propuseram a realização de uma experiência piloto contratando empresa especializada para a execução de serviços vinculados à retirada das camadas de enchimento, recuperação das trincas e fissuras com adoção de argamassa especial, impermeabilização por meio de processo de cristalização e pintura elastomérica. Além da ênfase destes elementos, o trabalho aborda: Introdução e Aspectos Históricos do edifício e sua cobertura; bem como as Patologias construtivas diagnosticadas e propostas de Terapias por meio de técnicos especializados. Aborda os serviços externos propostos e executados no que tange a "preparação das superfícies, reparos localizados e superficiais nas áreas da cobertura e proteção de sua laje". Aborda também os serviços executados na parte inferior - região das vigas estruturais em "V" e abas dos domus. Os resultados técnicos obtidos e conclusões encerram o trabalho, com recomendação técnicas para enfrentar os desafios das patologias nas coberturas planas impermeabilizadas tanto na fase dos projetos como na execução das obras; bem como subsidiar novas e importantes experiências a serem realizadas para a melhoria da qualidade. As referências bibliográficas citadas subsidiaram e complementaram os elementos para a elaboração deste trabalho.

¹ Trabalho apresentado no NUTAU '96 – TECNOLOGIA – ARQUITETURA – URBANISMO – Seminário Internacional.

Introdução e Aspectos Históricos

A cobertura plana do edifício da FAU-USP - Faculdade de Arquitetura de Urbanismo - Universidade de São Paulo, sediada na CUASO - Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira", à Rua do Lago, 876, Butantã, São Paulo, é o estudo de caso de nosso trabalho, onde procuramos enfatizar a necessidade de sua qualidade e desempenho para as funções que foi projetada.

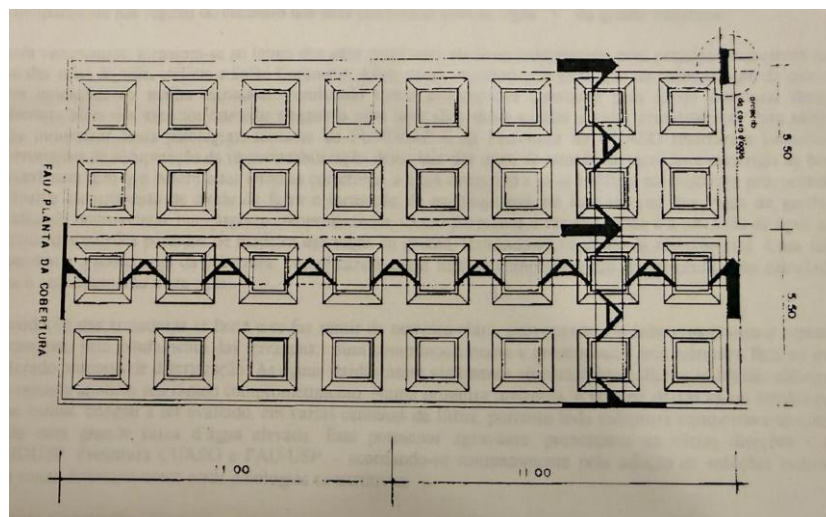
Este edifício, marco da Arquitetura Contemporânea Brasileira, foi projetado pelos arquitetos João B. Vilanova Artigas, Carlos Cascaldi e outros colaboradores, no início da década de 60; ocasião em que a CUASO foi totalmente replanejada em seu Plano Diretor e nos seus edifícios.

Trata-se de um edifício majestoso compacto, onde a síntese arquitetônica se processou de forma singular, revelando assim a "Arte Maior" na qualidade de sua concepção, embora a qualidade da construção apresente patologias técnicas; e dentre estas a cobertura em questão.

O edifício de forma retangular, tem área aproximada de 20.000 m², distribuída em vários pavimentos que abrigam as diversas áreas de atividades docentes, discentes e técnico-administrativas da faculdade. Sua estrutura alta pormenores vinculados ao concreto armado comum e protendido, todos aparentes, dentro dos paradigmas até então considerados na época. Foi projetada pelo Escritório Técnico Figueiredo Ferraz, o qual aceitando os desafios propostos, consegue valorizar sobremaneira os espaços criados, afirmando assim o valor da Arquitetura e da Engenharia Nacional.

Seus espaços são generosos, onde se processa uma interação plena das atividades dos usuários. Este fato é possibilitado, pela ousadia estrutural assumida, pelas inter-colunas cujos vãos transversais são de 22m e longitudinais de 11m, formando assim uma grande malha estrutural, cuja medidas externas de 110x66m se reproduzem na cobertura em questão.

Estruturalmente esta cobertura é composta por duas grandes vigas longitudinais invertidas com altura entorno de 2m, espaçadas à cada 22m, coroadas lateralmente por vigas paredes (empenas) entorno de 6m de altura. Transversalmente, a estrutura da cobertura se compõe também, de vigas em concreto armado com altura de 2m, num espaçamento de 5,50m, formando assim módulos estruturais de 5,50x22m (vide planta da cobertura), em número total de 60 (sessenta). Dentro de cada módulo, inserem-se 16 (dezesesseis) domus em fiber-glass de 2,75x2,75m para iluminar zenitalmente o edifício de forma a responder pela sua função precípua. Estes domus, compostos por vigas "V", apoiadas nas vigas principais invertidas, já referidas anteriormente, formam uma grande laje em grelha, retratando uma imensa superfície rendada de significativa beleza.



FAU – USP - Planta da Cobertura.

A execução da infra, meso e superestrutura deste edifício, entre os anos de 1968/69, ficou a cargo da firma construtora Alberto Naguib Riskalla, com supervisão e responsabilidade do FUNDUSP - Fundo de Construção da USP. Os acabamentos foram executados por várias firmas externas, inclusive a impermeabilização da cobertura em Neoprene-Hypalon. Neste particular registrou-se alguns pormenores técnicos até então considerados válidos, como declividade das camadas de regularização em concreto magro, com 0,5%, adoção da cor branca na última camada impermeabilizante para reflexão dos raios solares, ausência de proteção térmica e mecânica, confiabilidade nos limites aceitáveis e normatizados da deformação lenta do concreto armado em L/300, bem como o controle visando a busca, da qualidade na execução das obras.

No entanto, por contingências típicas das obras públicas em nosso país, estes pormenores técnicos não vigaram em sua plenitude conforme se previa para que ocorressem. Assim sendo, a qualidade construtiva, durante a execução das obras ficaram a desejar; pois o projeto em que se pese sua alta qualidade de concepção, apresentou carência de pormenores envolvendo detalhes tecnológicos representativos em sua cobertura plana. Com isto surgiram inúmeras patologias provocadas principalmente pela exacerbada deformação lenta do concreto armado nas vigas transversais e nas lajes nervuradas, redundando num processo considerável ligado aos vazamentos internos ao edifício, com sérios prejuízos na área dos ateliers e salas de aula.

Patologias Construtivas da Cobertura

Esta deformação lenta anteriormente mencionada, provocou flechas consideráveis, até então não previstas pelos técnicos da área estrutural. Com isto as declividades recomendadas e adotadas na época, de 0,5%, foram totalmente absorvidas e ultrapassadas sobremaneira, ocasionando empoçamento de água numa grande região central do vão transversal, impedindo assim o seu escoamento necessário. Assim permanecendo, esta água ficava a mercê da evaporação natural durante vários dias. No entanto a incidência do sol aquecia a lâmina d'água num processo de cozimento lento da película de Neoprene-Hypalon com posterior perda de elasticidade. Ato contínuo, após a evaporação total e a falta de proteção térmica, o trabalho de dilatação da laje impermeabilizada se processava em condições anormais; pois o coeficiente de dilatação da película era ultrapassado em muito, provocando assim inúmeras microfissuras pelas quais infiltram

as águas pluviais, principalmente nas regiões do encontro das abas dos domus com as vigas "V" da grelha estrutural.

Estes vazamentos, tornaram-se ao longo dos anos problemas técnicos indesejáveis, com prejuízos marcantes no uso das salas de aula, ateliês e Salão Caramelo. Além disso, originou-se a formação de carbonatação de cálcio com oxidações na malha estrutural, resultando numa preocupação constante pela saúde estrutural dessa cobertura além dos aspectos estéticos negativos para uma obra desse caráter e valor arquitetônico. Para sanar e/ou minimizar essas patologias, técnicos do FUNDUSP e da Prefeitura da CUASO realizaram inúmeras intervenções de recuperação da impermeabilização dessa laje por meio de adoção de técnicas e materiais de boa procedência. Em que pesem estas terapias corretivas, a água continuava a se infiltrar na cobertura provocando inclusive escoamento de óxido de ferro e formação de estalaquetites na face interna das vigas da grelha, resultando internamente num aspecto comprometedor. Outro pormenor a ser ressaltado é a retenção de água no interior dos caixões perdidos de madeira das vigas da grelha, tornando-as verdadeiros reservatórios. Com isto exacerbava a sobrecarga da cobertura, complicando ainda mais o comportamento da estrutura, não calculada para o enfrentamento desta ação.

A oxidação das armaduras se fazia e se faz sentir de maneira clara, provocando em inúmeros pontos a ruptura do concreto pelo estufamento das ferragens, num comprometimento e preocupação pela estrutura face ao seu acelerado processo de deterioração. As águas retidas nesse vigaamento adentraram nas calhas e conduites elétricos provocando também seu rápido comprometimento. Numa primeira instância, o volume dessas águas retidas nas vigas calhas, chegou a ser avaliado, em várias centenas de litros; portanto toda cobertura comportava-se como sendo uma grande caixa d'água elevada. Este pormenor agravante, preocupava as várias direções - do FUNDUSP, Prefeitura CUASO e FAU-USP, acordando-se conjuntamente pela adoção de soluções radicais para sanar definitivamente essas patologias construtivas.

Terapia Construtiva Proposta

Considerando a experiência acumulada e os resultados "não alentadores" obtidos com as várias intervenções havidas na cobertura, técnicos do FUNDUSP, Prefeitura CUASO, Diretoria FAU-USP, Prof. João R. Leme Simões, assessorada pelo professor Arqtº Paulo V. Bruna e este autor, decidiu-se processar o que segue:

- A Prefeitura da Cidade Universitária - A.S.O. - CUASO, removeria as camadas de regularização e as impermeabilizações existentes até então executadas;
- Proceder-se-ia a abertura de "licitações pública" objetivando-se contratar firma especializada na recuperação do concreto por meio de tecnologia apropriada, pois tratava-se de trabalho de caráter experimental face a complexidade do assunto.

Após várias tratativas do setor de compras da faculdade, junto à várias firmas do ramo, assessorada pelos professores acima mencionados, possibilitou-se a realização das especificações técnicas necessárias, o orçamento e a respectiva abertura de Carta Convite.

A terapia proposta sob a forma de especificações técnicas, compreendia as seguintes fases:

- Limpeza da laje de concreto da cobertura, recuperação das trincas e fissuras e tratamento das armaduras expostas;

- Execução da proteção da laje com argamassa de recuperação de concreto numa espessura entorno de 1cm (hum) de forma a não apresentar retração ou expansão;
- Recuperação das vigas da cobertura, nas áreas internas do edifício, onde as armaduras encontravam-se expostas, com o devido estucamento dessas áreas, com argamassa de recuperação e aplicação de selante acrílico.

Obs. Após conclusão dos serviços recomendava-se realizar testes de vazamento, através de enchimento da área da laje com água - Teste de Estanqueidade.

Serviços Executados

A Carta Convite referida no item anterior, se realizou através do Processo 94-1.377-16-9 - FAU-USP de 09/09/94; que após análise e julgamento resultou na contratação da empresa "Xavier e Haddad". Esta, além de ter oferecido o melhor preço e atendido os aspectos técnicos do edital, também se revelou sensível ao caráter experimental dos serviços em questão.

Após a retirada das camadas de regularização e impermeabilização da cobertura, cuja espessura média era em torno de 10cm, composta por cinasita, cimento e Neoprene-Hypalon. A empresa contratada iniciou os serviços em 07/10/94, e para surpresa de todos os técnicos envolvidos no processo, constatou-se que sob esta primeira camada a existência de mais 2 (duas) camadas de regularização compostas de materiais similares aos primeiros, cuja espessura média estava em torno de 6cm (seis) cada. Após a retirada desse material não estrutural, iniciou-se a recuperação da laje em 4 (quatro) etapas distintas, conforme segue:

- I. Preparo da superfície;
- II. Reparo superficial localizado;
- III. Reparo superficiais gerais;
- IV. Proteção superficial, que a seguir detalhamos de forma sucinta:

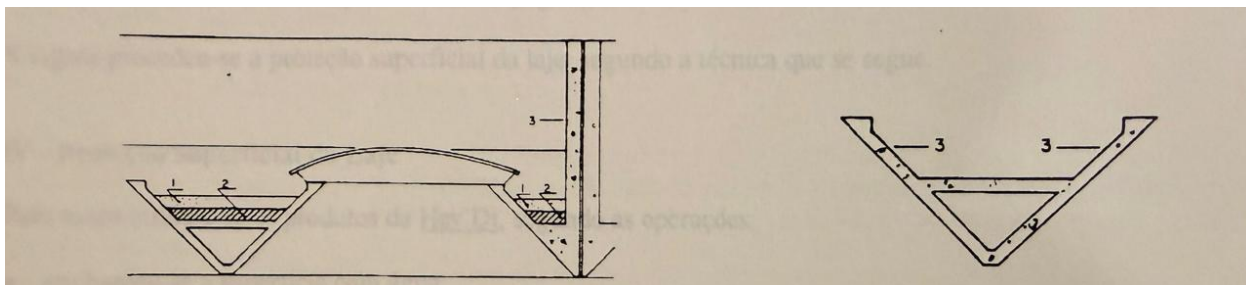
I - Preparo da Superfície

Após a remoção do entulho oriundo das várias camadas regularizadoras e impermeabilizantes encontradas, processou-se o lixamento e escarificação das abas laterais em concreto armado, dos domus; bem como das vigas laterais estruturais. Com isto, os resíduos da impermeabilização inicial foram eliminados de forma a permitir tratamento posterior junto às áreas do concreto sadio.

Nos locais da laje plana, onde havia trincas transversais e longitudinais; bem como nas trincas das junções entre a laje plana e as abas dos domus, procedeu-se cortes com discos diamantados numa profundidade entorno de 5mm (cinco) e largura de 7,5cm (sete e meio) sob a forma de ranhura ao redor das quadrículas dos domus. Posteriormente todas as áreas comprometidas foram escarificadas manualmente até encontrar o concreto em boas condições técnicas.

As armaduras aparentes encontradas foram limpas mecanicamente, bem como as zonas de contato com o concreto por meio de jatos de água de alta pressão. Após essa limpeza toda a ferragem foi pintada com primer de epóxi rico em zinco, denominado Nitroprimer ZN, objetivando realizar a proteção catódica galvânica afim de proteger da ação corrosiva.

Para maior clareza, a seguir croquis da laje da cobertura em questão, com detalhes numerados da sequência dos procedimentos técnicos realizados.



Desenho técnico/croqui com indicações numeradas 1, 2 e 3.

1. Retirada da camada de impermeabilização pela Prefeitura da USP.
2. Retirada da camada extra.
3. Desbaste com lixadeira e escarificação mecânica para limpeza e retirada de argamassa fina principalmente nas abas dos domus.

Durante a execução da escarificação descobriu-se que a madeira do caixão perdido, das vigas em "V" da grelha estrutural, estava comprometida, totalmente podre e o caixão totalmente cheio de água suja. Calcula-se que a quantidade de água existente neste módulo de 22m (vinte e dois) x 5,50m (cinco e meio), beirava a quantidade assustadora em cerca de 5000 (cinco mil) litros. Este fato levaram-nos ratificar a conclusão que grande parte da cobertura do prédio, tornara-se uma imensa caixa d'água elevada. Assim, este detalhe associado às camadas regularizadoras, com espessura total entorno de 22cm (vinte e dois), sobrecarregava o módulo estrutural sobremaneira, não prevista no cálculo estrutural inicial.

Estes problemas técnicos, levaram-nos a concluir que a flecha existente na laje da cobertura, ultrapassou os limites previstos não somente pela deformação lenta do concreto, mas também pelo excesso de sobrecarga.

A primeira fase dos serviços executados pela Xavier e Haddad, revelou-se eficiente, permitindo-nos acrescentar novos conhecimentos e conclusões das patologias estruturais existentes nessa cobertura com possíveis reflexos do esmagamento na cabeça dos pilares centrais ao longo das duas fachadas longitudinais, somando-se ao surgimento de trincas e fissuras generalizadas na estrutura.

II - Reparos Superficiais Localizados

Objetivando-se reparar as superfícies localizadas numa área que variava de 5mm (cinco) a 25mm (vinte e cinco) de profundidade, aplicou-se nas áreas escarificadas argamassa de recuperação de concreto, compreendendo a aplicação de uma "ponte de aderência", composta de uma parte de Nitobond AR, uma parte de água e três partes de cimento (CPI-32), sobre a superfície saturada com água limpa, cujo excesso foi devidamente removido. Após, observando-se o tempo necessário, aplicou-se a argamassa de recuperação Renderoc S2, polimérica a base de cimento, bi-componente misturada mecanicamente, pressionando-a contra o substrato em camadas de 10 mm. Posteriormente ao início de sua pega, aplicou-se o Nitobond AR, aspergindo-se sobre a argamassa, de forma a se obter a "cura química" desta proteção.

III - Reparos Superficiais Gerais

Estes reparos foram realizados na área geral da laje, após a conclusão dos serviços junto ao entorno dos domus, nas fissuras e trincas da laje. Constituíram-se da aplicação de argamassa, tipo

Renderoc S2, tanto nas abas superiores dos domus, como nas vigas de contorno do módulo estrutural e ao longo da superfície superior da laje.

Tecnicamente 06 (seis) operações foram recomendadas e executadas para que estes reparos superficiais atendessem as especificações técnicas do fabricante. Assim sendo, temos:

- saturação da superfície plenamente seca.
- os componentes da argamassa acima referida foram misturados mecanicamente por 03 (três) minutos.
- aplicou-se ponte de aderência de cimento aditivada com Nitobond AR, com traço de 3 : 1 : 1.
- pressionou-se fortemente a argamassa Renderoc S2, contra o substrato da laje.
- realizou-se o acabamento da argamassa com desempenadeira de aço e feltro de espuma.
- utilizou-se 02 (duas) demãos de Nitobond AR, com processo de cura química, aplicado com brocha pulverizando-se no local, após o início da pega.

A seguir procedeu-se a proteção superficial da laje, segundo a técnica que se segue.

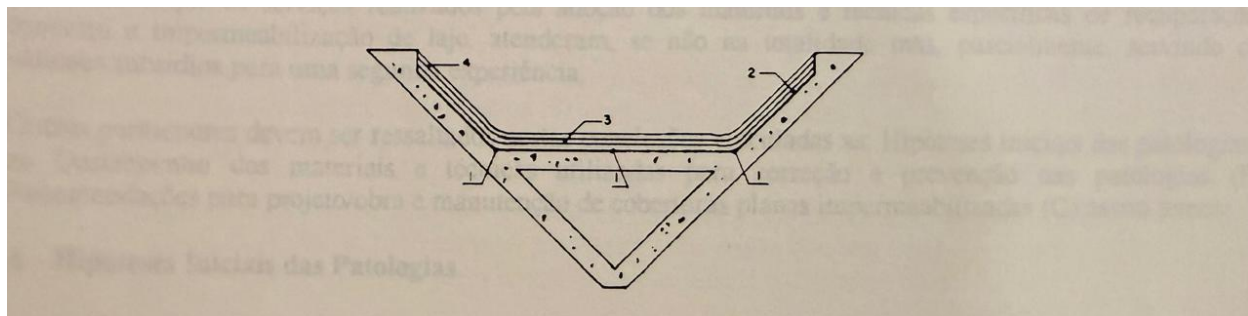
IV - Proteção Superficial da Laje

Para tanto utilizou-se os produtos da Hey'Di, segundo as operações:

- encharcou-se a superfície com água;
- aplicou-se 02 (duas) demãos do Hey'Di - K11, diluído segundo especificações do fornecedor, com água e Hey'Di - KZ na proporção de 25:8:2;
- após a cura aplicou-se a proteção final em toda a área devidamente limpa e seca com Hey'Di - Ceryl, por meio rolo de lã em 02 (duas) demãos cruzadas para dar uma textura homogênea na película.

Esse processo de impermeabilização utilizado, abre perspectivas de esperança, aos técnicos envolvidos, visando obter resposta eficiente às infiltrações de água na cobertura; bem como alertando-os para a necessidade de, ao repararmos grandes superfícies de laje ponderar-se sobre a opção de uso de "sistema de cristalização" dos componentes envolvidos.

Como síntese, este sistema, segundo as empresas envolvidas, recomenda-se o atendimento à 04 (quatro) fases:



Desenho esquemático em corte mostrando as camadas de aplicação sobre o concreto.

Após limpeza e delimitação das áreas, recompor-se o concreto danificado.

1. Aplicar produto a base de cristalização, Hey'Di K11 mais Hey'Di KZ.

2. Reparo Superficial de grandes áreas - funcionando como proteção mecânica.
3. Aplicação do Hey'Di Cryl como proteção final.

No entanto, o módulo da cobertura da FAU-USP, como um todo, devido o comprometimento das suas áreas internas, tanto tecnicamente como esteticamente, também necessitava ser devidamente tratado, de forma a restabelecer suas funções precípuas. Para tanto outros serviços foram especificados e executados conforme segue.

Serviços na Parte Inferior da Cobertura

As faces internas das vigas em "V", dos sistemas estruturais em grelha da cobertura, apresentavam generalizado comprometimento, principalmente ao longo da faixa da concretagem complementar entre a laje horizontal e as abas superiores dos domus. Este comprometimento na região dessas juntas estava caracterizado pelas seguintes patologias: vazamento constante das águas pluviais, formação de estalaquetites, manchas, bolores, corrosão das armaduras; resultando inclusive como já nos referimos, num aspecto estético altamente comprometedor.

Visando sanar estas patologias a empresa "Xavier e Haddad", adotou procedimento idêntico ao anterior, contendo:

- execução de furo nas partes inferiores das vigas em "V", objetivando escoar possíveis quantidades de água retida nas mesmas;
- escarificação mecânica ao longo das fissuras;
- lixamento superficial mecânico;
- delimitação das áreas comprometidas com disco de vídea;
- aplicação de ponte de aderência;
- estucamento com argamassa de recuperação;
- execução de cura química;
- lixamento final para homogeneizar a textura.

Uma vez recuperadas as superfícies com a devida secagem e limpeza, aplicou-se Deckguard Primer por meio de rolo de lã na proporção 4:1/ m². Após 8 (oito) horas aplicou-se com a mesma técnica Deckguard Transparente, objetivando-se evitar acúmulo de material e retenção de solvente; concluindo-se assim a recuperação e proteção interna do concreto.

Resultados Obtidos

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios; pois os serviços especificados e realizados atenderam às expectativas principalmente pelo comportamento da cobertura, que até então, não apresentou vazamento, em que pese, a lâmina de água existente no módulo da cobertura permanecer na área; somente sendo eliminada pela evaporação ao longo do tempo. Portanto, os materiais e técnicas utilizadas responderam às necessidades prementes, ou seja, evitando-se assim as infiltrações das águas pluviais e minimizando a movimentação da estrutura motivada pela sua dilatação térmica, uma vez que a deformação lenta se apresenta estável.

Conclusões

Concluímos que os serviços realizados pela adoção dos materiais e técnicas específicas de recuperação de concreto e impermeabilização de laje, atenderam, se não na totalidade, mas, parcialmente, servindo como valiosos subsídios para uma segunda experiência.

Outros pormenores devem ser ressaltados nestas conclusões vinculadas as: Hipóteses iniciais das patologias (A) ao Desempenho dos materiais e técnicas utilizadas para correção e prevenção das patologias (B) e Recomendações para projeto/obra e manutenção de coberturas planas impermeabilizadas (C) assim temos:

A - Hipóteses Iniciais das Patologias

- confirmou-se que as várias camadas de regularização e impermeabilização à base de Neoprene - Hypalon, em que pese sua alta elasticidade, não foi suficiente para responder a movimentação por dilatação e contração da estrutura em decorrência das chuvas e variações de temperatura;
- como resultado, surgiram microfissuras generalizadas, com ênfase para as áreas ao longo das juntas da laje com as abas dos domus;
- a deformação lenta do concreto na laje de cobertura ultrapassou os limites toleráveis ditados pelas normas técnicas, ocasionando na mesma uma flecha exacerbada, impedindo assim o escoamento das águas pluviais. Estas por sua vez, retidas internamente nas camadas da impermeabilização não conseguiram evaporar-se, penetrando assim no lastro de regularização, laje e nas vigas internas do edifício;
- após as verificações iniciais por meio de furos realizados nas vigas nos caixões perdidos, certificamo-nos da gravidade do problema, pois praticamente todas as vigas encontravam-se cheias de água, num volume aproximado por módulo estrutural em cerca de 5.000 litros (verdadeiro reservatório elevado), sobrecarregando e colaborando ainda mais, para a exacerbação das flechas e corrosão das armaduras, pondo inclusive em risco o comportamento e resistência da estrutura da cobertura.

B - Desempenho dos Materiais e Técnicas Utilizadas

- as armaduras encontravam-se em estado razoável, ainda não comprometedor. No entanto aquelas cujos ferros tinham início de corrosão, a técnica de limpeza manual e por jato de água de alta pressão funcionou a contento inclusive a sua pintura protetora com Nitroprimer - ZN;
- a técnica utilizada nas 03 (três) fases anteriormente mencionadas, para preparo e recuperação das superfícies da laje atenderam os objetivos propostos;
- as furações e as aberturas de visita realizadas nas lajes e vigas, permitiram melhor diagnosticar as patologias existentes;
- as argamassas de recuperação das superfícies das lajes e abas das vigas, caracterizadas pela ponte de aderência - Nitobond AR e Renderoc S2, aliada a cura química, desempenharam papel importante no processo, tanto nos reparos superficiais localizados como nos grandes panos de laje.
- os materiais da fase final de impermeabilização, constituídas por Hey'Di K11 e KZ, bem como o Hey'Dicryl atingiram os objetivos. Os dois primeiros pela baixa permeabilidade da argamassa Renderoc S2 apresentaram pouca penetração como processo de cristalização;

- as técnicas da cura química possibilitou uma boa impermeabilidade da argamassa, a qual formou um filme de proteção junto à argamassa;
- os resultados com os materiais e técnicas acima enfatizados demonstrou que antes de se executar reparos em grandes panos de laje de cobertura devemos ponderar sobre a utilização do sistema de cristalização aplicando-se após a recomposição do concreto, aplicação de Hey'Di K11 e KZ, posteriormente reforçou as áreas afetadas com Fosroc, culminando com a aplicação final de Hey'Dicryl.

C - Recomendações Projetos/Obras e Manutenção de Coberturas Planas Impermeabilizadas

- pelo exposto no desenvolvimento deste trabalho e conclusões, concluímos que o processo de recuperação do concreto proposto e executado pode ser recomendado para serviços e obras similares;
- a recuperação de concreto das superfícies das lajes, sendo rígidas, com posterior aplicação de pintura elastomérica, devem ser mais bem avaliadas e ponderadas quanto ao seu uso; devemos outrossim desmistificar ambos os processos, analisando ao longo do tempo o desempenho do processo adotado;
- na elaboração dos projetos de cobertura recomendamos um maior cuidado para obtenção não só da qualidade de sua concepção, mas também da qualidade da construção, de forma a minimizar e/ou evitar possíveis patologias a exemplo do ocorrido na FAU-USP;
- recomendamos dedicar maior atenção aos detalhes técnicos nos projetos de coberturas planas, no que tange às (%) porcentagens de declividade para escoamento das águas pluviais (mínimo de 1,5 a 2%) e precaver-se quando da adoção de vãos generosos na estrutura em função das flechas normatizadas;
- as superfícies planas, após sua impermeabilização, recomendamos que recebam tratamento térmico compatível para possibilitar o conforto interno necessário e minimizar a movimentação da estrutura da cobertura, face às variações constantes de temperatura;
- os serviços executados, ainda que adequados, devem servir como referência para nova experiência; pois a lâmina d'água oriunda das águas pluviais, permanece por longo tempo em vista, está sujeita à evaporação natural. Este pormenor, sob o ponto de vista sanitário apresenta restrições, pois pode tornar-se um foco para a proliferação de mosquitos, inclusive da "dengue".

Enfim a experiência relatada neste trabalho pode subsidiar tecnicamente os projetos/obras similares de coberturas planas impermeabilizadas para obras privadas e públicas nas suas várias categorias de uso. Os serviços, análises e conclusões realizadas, nos possibilitam compreender melhor o comportamento da estrutura da cobertura, seu real estado, suas patologias e terapias corretivas e preventivas.

Os resultados obtidos devem ser melhor analisados por técnicos especializados nessa área do conhecimento afim de propormos novas especificações técnicas, utilizando os pormenores revelados positivos, nesta primeira experiência acrescida de elementos necessários a uma melhor otimização da cobertura; pois temos ainda pela frente 59 (cinquenta e nove) módulos a ser recuperados em sua estrutura e impermeabilização.

Os pormenores técnicos observados e revelados nesta experiência nos encoraja a propor intervenções futuras mais drásticas que esta, de forma a obtermos a finalidade construtiva e

funcional da cobertura deste edifício - FAU-USP tombado pelo CONDEPHAT, exemplo de marcante qualidade estética, de concepção, que significa a Arquitetura Contemporânea Brasileira.

Bibliografia

Bruna, V. Paulo - Estanqueidade e Recuperação do Concreto da Cobertura da FAU-USP-CUASO/SP. Relatório dos Serviços Executados. FAU-USP, SP, janeiro 1995.

Helene, Paulo R. L. - Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto - 2a. Edição - São Paulo, Pini, 1992.

Manual Técnico DOP - Tomo III - Caderno de Encargos de Edificações/ Especificações Técnicas de Serviços, Obras e Materiais, I.O.E., SP, 1980.

Patton, W. J. - Materiais de Construção (Tradução de A.O. Bassdi e M.C. Bassdi, revisão e adaptação L.A. F.Bauer). EPU, Edusp - SP, 1978.

Pirondi, Zeno - Manual Prático de impermeabilização e de Isolação Térmica, IBI/Pini, SP, 1988.

Simões, J. Roberto L. - Arquitetura na Cidade Universitária A.S.O - O Espaço Construído. Dissertação de Mestrado, FAU-USP, SP, dezembro 1984.

Simões, J.R.L. e Xavier, I.S.L. - Apontamentos de Obra - Recuperação e Impermeabilização - Cobertura FAU-USP, SP, 1994/95.

Xavier e Haddad - Relatório de Trabalho - Recuperação do Concreto e Impermeabilização da Laje da Cobertura - Edifício FAU-USP, SP, dezembro 1994.

Anexo

Documentação fotográfica:

- vista geral do edifício (interna e externa);
- patologias: Fachadas, Vigas, Lajes e Domus;
- serviços preliminares;
- serviços de recuperação e impermeabilização;
- resultados obtidos.

ANEXO**QUALIDADE DAS COBERTURAS PLANAS
ESTUDO DE CASO – EDIFÍCIO FAU-USP – CUASO
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**



Foto 1

- Vista externa.
- Detalhe da edificação FAU-USP CUASO.



Foto 2

- Vista Interna.
- Detalhe do sistema de rampa e salão caramelo.



Foto 3

- Patologia
- Empoçamento das lajes, degradação dos domus e da laje de cobertura.



Foto 4

- Patologia
- Carbonatação, escorrimento de óxido de ferro - vigas "V" internas.



Foto 5

- Serviços Preliminares.
- Remoção de camadas de regularização/impermeabilização (média de 22 cm).



Foto 6

- Serviços Preliminares.
- Furação das vigas "V" da grelha para escoamento das águas retidas.



Foto 7

- Serviços de Recuperação.
- Apicoamento das abas dos domus região das fissuras, aplicação de ponte de aderência e argamassa (Renderoc S2) desempenadas.



Foto 8

- Serviços de Recuperação.
- Vista geral da recuperação da laje, tratamento das fissuras e abas/domus.



Foto 9

- Resultados Obtidos.
- Detalhe da lâmina d'água retida e estanque após recuperação do concreto e impermeabilização da laje.



Foto 10

- Resultados Obtidos.
- Vista geral da laje recuperada com aplicação de Renderoc S2 e cura química na vedação dos pisos de concreto.