



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ANÁLISE DAS PATOLOGIAS DE UM EDIFÍCIO COM ESTRUTURA MISTA; CONCRETO ARMADO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO TRABALHANDO COMO ESTRUTURAL, NA CIDADE DO RECIFE.

Antônio C. de A. Melo (1); João R. de Carvalho (2); Beda Barkokebas (3); Angelo J. C. e Silva (4) Eliana C. B. Monteiro (5)

- (1) Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Brasil – e-mail: mouramelo.antonio@gmail.com
- (2) Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Brasil – e-mail: eng.jribeiro@gmail.com
- (3) Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Brasil – e-mail: beda_bar@hotmail.com
- (4) Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Brasil – e-mail: angelo@tecomat.com.br
- (5) Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Brasil – e-mail: nana.monteiro@uol.com.br

1 RESUMO

Esse artigo tem o objetivo de mostrar a necessidade que sejam feitas análises aprofundadas e embasadas das patologias existentes em uma edificação, quando da realização de vistorias e laudos periciais nos edifícios do tipo caixão, pois, o que na maioria das vezes é executado usando alvenaria de vedação como estrutural, apresenta-se com parte da edificação com uma estrutura aporticada em concreto armado e o restante com alvenaria de vedação trabalhando como alvenaria estrutural. Utilizando um estudo de caso de um prédio tipo caixão, com cinco pavimentos, 30 anos de construído, na cidade do Recife, onde, durante a execução da vistoria de um prédio em alvenaria, encontraram-se fundações em estaca e estrutura em concreto armado até o terceiro pavimento sendo o quarto e quinto pavimentos executados com alvenaria de vedação trabalhando como alvenaria estrutural. Devido à ausência de projetos realizou-se levantamento minucioso, destacando-se toda a estrutura de concreto armado, com as dimensões de seus blocos e cintas de fundação, pilares, vigas e lajes, sendo geradas plantas baixas, permitindo um conhecimento maior do funcionamento da edificação, por conseguinte, também, das suas fissuras e demais patologias. Verificou-se a dureza superficial do concreto, sua profundidade de carbonatação e através de um detector de presença de ferro, verificou-se as dimensões e espaçamentos das ferragens. Como resultado, encontra-se uma estrutura bastante danificada, ferragens oxidadas, espaçamentos de estribos fora das normas, concreto carbonatado e contaminado pela ação de íons cloretos, sem contar as inúmeras patologias em revestimentos, umidades, infiltrações, inexistência de impermeabilização.

Palavras-chave: Patologia, Inspeção predial, Recuperação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância da inspeção predial

Dados do Ministério Público de Pernambuco indicam que no estado de Pernambuco, existem quase 6 mil prédios com algum grau de risco de desabamento, a maioria deles executados com alvenaria de vedação trabalhando como alvenaria estrutural. Somente na cidade do Recife, o número de edifícios interditados chega a vinte e sete (27), enquanto os que oferecem risco muito alto de desmoronamento são de cento e vinte e seis (126). Tendo em vista o grande número de edificações desse porte na eminência de desmoronar, o governo federal, estadual e municipal vão investir R\$ 215 milhões na recuperação dessas edificações, partindo do desenvolvimento de um projeto-piloto nas localidades dos municípios de Olinda, Recife, Paulista, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes, com intuito de capacitá-la para eventuais situações de risco.

É crescente, nos últimos anos, o número de edificações que apresentam deterioração precoce, com manifestações patológicas de danos de diversas origens. Dentre essas, destaca-se a ausência quase absoluta de programas de manutenção preventiva das estruturas. São vários os fatores que levam a isto, podendo-se destacar a cultura deficiente relativa à necessidade de manutenção e o conceito errôneo, até em passado recente, de que as estruturas de concreto eram previstas para durar ilimitadamente, dispensando manutenção (CASTRO, 1994).

A prática sistemática da manutenção preventiva em uma edificação reduz os custos de ações corretivas que, embora às vezes imprescindíveis, geralmente representam gastos que poderiam ter sido evitados. É importante ressaltar, no entanto, que a manutenção preventiva de um imóvel não deve ser feita de maneira improvisada ou informal. Ela exige planejamento e deve ser entendida como um serviço técnico, executado por empresas especializadas e/ ou por profissionais treinados adequadamente para tal.

Do ponto de vista do proprietário, a manutenção adequada – preventiva – em seu imóvel traz inúmeros benefícios. Além de promover a valorização do bem no mercado imobiliário, a manutenção preventiva vai acarretar em um aumento da vida útil da edificação, melhoria no desempenho de equipamentos e instalações em geral, além de garantir a segurança, o conforto e a economia para o proprietário e para todos os indivíduos que utilizam o edifício.

Outro aspecto importante da manutenção preventiva é que, além de aumentar a vida útil do imóvel, ela evita a perda de garantia da edificação uma vez que, segundo o Código de Defesa do Consumidor, o uso inadequado do bem isenta o construtor da responsabilidade sobre o defeito ou a anomalia que porventura vierem a acontecer.

1.2 Leis e normas

No estado de Pernambuco em agosto de 2009 foi assinado o Decreto Lei Nº. 33.747 que regulamenta a Lei nº 13.032 de 14 de junho de 2006, dissertando sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas em edifícios de apartamentos e salas comerciais no âmbito do estado e dá outras providências.

A lei 13032 (2006) afirma em seu Art. 2º que é direito dos proprietários possuidores de imóveis (apartamentos), verificarem periodicamente as condições das partes físicas da edificação, no que se refere principalmente ao estado de conservação da sua estrutura e os demais componentes, tais como: instalações diversas, sistemas mecânicos de potência e componentes de fachadas do prédio e determina que os responsáveis pela administração (síndico ou administradora terceirizada) devem fazer a vistoria técnica-pericial de que trata esta Lei.

Ainda no Art. 2º em seu parágrafo 1º a lei 13032 descreve os itens que deveram ser analisados e inspecionados dando importância aos seguintes componentes:

- Fundações, pilares, lajes e fachadas;
- Instalações elétricas e hidráulicas, de uso comum da edificação;
- Estado de conservação do sistema de combate a incêndio;

- Estado de conservação dos reservatórios de água e casa de máquinas;
- Estado de conservação do sistema de esgotamento sanitário;
- Estado de conservação dos sistemas mecânicos e de potência (elevadores, escadas rolantes, grupos geradores, subestações, climatizadores, etc.) quanto à segurança e funcionalidade.

Além da lei 13032, as normas da ABNT NBR 5674 (1999) (Manutenção de edificações – Procedimento) que trata de fixar os procedimentos de orientação para organização de um sistema de manutenção de edificações e a NBR 14037 (1998) (manual de operação uso e manutenção das edificações - conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação) estabelecem o conteúdo a ser incluído no Manual de operação, uso e manutenção das edificações, com recomendações para sua elaboração e apresentação do resultado final da inspeção (laudo técnico).

A Lei 13032, o Decreto Lei 33.747 e as disposições normativas foram utilizadas como base para a elaboração da metodologia de inspeção e a apresentação dos resultados.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é mostrar a necessidade que sejam feitas análises aprofundadas e embasadas das patologias existentes em uma edificação, com o auxílio de ensaios in loco (carbonatação, potencial de corrosão, esclerometria, entre outros) para que se possa interpretar o real estado de conservação quando se realiza vistorias e laudos periciais nos edifícios do tipo caixa.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da edificação

O Condomínio do edifício C1 está localizado no bairro de Santo Amaro, Recife – PE. De acordo com a NBR 6118 (2004) o edifício C1 está inserido em ambiente de agressividade II e III por se tratar de uma região litorânea e ao mesmo tempo urbanizada, tendo dessa forma, risco de deterioração da estrutura elevado.

O condomínio é composto por um bloco, sendo o mesmo uma edificação do tipo caixa, de cinco pavimentos, com seis apartamentos por andar nos quatro primeiros pavimentos e um apartamento no quinto pavimento.

Sua estrutura de fundação é composta por estacas, blocos e cintas. Sobre cada bloco de fundação nasce um pilar em concreto armado que se estende até o terceiro pavimento. Os pilares são contraventados com vigas em concreto armado até o terceiro pavimento, formando um conjunto apertado. As lajes são premoldadas de tipo indefinido.

Sua vedação é em alvenaria singela, com tijolo cerâmico de seis furos, de dimensão variável em torno de 9x11x19cm, revestida com reboco de cimento, areia e saibro, estando em algumas áreas com revestimento cerâmico.

A escada é em concreto armado com pilares e vigas, com alvenaria de vedação no nível do piso existindo um reservatório sobre a mesma.

Seu reservatório inferior é de estrutura mista, composto por duas cisternas interligadas e localizadas na área externa da edificação.

Seu sistema terminal de esgoto é do tipo fossa séptica.

Sua cobertura é constituída de madeiramento, telhas onduladas de fibrocimento com dimensões variadas, algeroz e calhas.

O condomínio não possui os projetos, tendo a edificação mais de 30 anos de construído.

3.2 Verificação das patologias

3.2.1 Escada e fundações

A escada foi executada em concreto armado, com pilares, apoiada diretamente sobre um vigamento no nível de cada piso. Não apresentando nenhuma patologia que venha a interferir no seu funcionamento.

Para executar-se a vistoria nas fundações foi necessário escavá-las em locais estrategicamente escolhidos, levando-se em consideração locais próximos a cisterna, fossa, caixas de passagem ou outro local que evidenciasse a possibilidade de ocorrência de alguma patologia. Sendo assim, realizou as escavações nos locais indicados na figura 1.

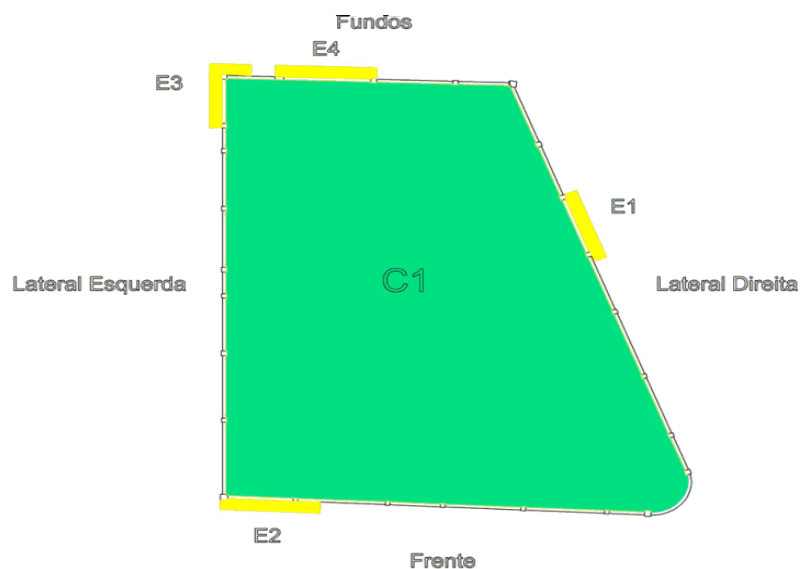


Figura 1 – Localização das escavações E1, E2, E3 e E4.

Ao dar-se início as escavações, no local E1, encontrou-se uma fundação em estaca, sendo o conjunto composto de um bloco de concreto armado de aproximadamente 50x50x50 cm, com um pilar em concreto armado nascendo no mesmo, com dimensão de 20x20 cm. Os blocos estão interligados através de cintas em concreto armado de dimensões 12x50 cm. Este tipo de fundação também se repetiu nas escavações E3 e E4. Algumas dimensões estão sendo apresentadas como aproximadas, em virtude das irregularidades encontradas nas mesmas.

Já na escavação E2, encontrou-se um bloco na extremidade da estrutura de 50x50x50 cm e para o bloco central 60x140x60 cm, nascendo sobre o mesmo uma coluna de 20x40 cm. Os blocos da escavação E2, também estão interligados através de cinta em concreto armado de 12x50 cm. A seguir são mostradas na figura 2 algumas anomalias encontradas nas fundações.



(a)



(b)

Figura 2-Umidade nas fundações (a) e caixa de esgoto junto às fundações(b)



(a)



(b)

Figura 3- Furos em cinta para passagem de tubulação (a) e princípio de corrosão no bloco de estaca (b)

As fundações do Edifício C1, apesar de terem sido executadas a cerca de 30 anos, apresentam poucas manifestações patológicas, podendo ser facilmente tratadas. Existe a necessidade de algumas intervenções, entre elas, citar-se a necessidade do deslocamento das caixas de passagem de esgoto que estão próximas aos blocos de fundação.

3.2.2 Fachadas

O edifício C1 apresenta quatro fachadas, sendo a fachada da frente à única que possui revestimento cerâmico. Vale salientar que a fachada frontal foi revestida sem a colocação de um revestimento de base adequado, sem realizar ensaios de arrancamento e não existe junta de movimentação em nenhuma das fachadas.



(a)



(b)

Figura 4- Descolamento de cerâmica (a) e Fachada sem junta de movimentação (b)



(a)



(b)

Figura 5- Vegetação (a). Dezenas de fios fixados na fachada e presença de mofo e bolor (b)



(a)



(b)

Figura 6- Fissura no revestimento da coluna (a). Tipo do material empregado (b)

Como foi visto, existe uma enorme quantidade de patologias nas fachadas sendo de grande concentração na fachada lateral esquerda, que está sujeita as intempéries, bem como, a péssima qualidade dos revestimentos empregados na obra e nas revisões executadas posteriormente.

Entre as patologias encontradas citam-se: as fissuras devido à despassivação de ferragens, fissuras de dilatação entre alvenaria e estrutura de concreto armado, mofos, fungos, indícios de descolamento de cerâmica.

3.2.3 Áreas internas dos apartamentos

Selecionaram-se algumas imagens que apresentam a seguir sem mencionar os apartamentos, desse modo, buscou-se não divulgar ou invadir a privacidade dos mesmos. Também estão inclusos nesse item o hall com o quadro de distribuição de energia, escada e o poço de iluminação e ventilação. A seguir estão alguns registros das patologias encontradas no interior do edifício C1 e dos apartamentos.



(a)



(b)

Figura 7- Vista da distribuição dos relógios de energia (a). Infiltração na área superior (b)



(a)



(b)

Figura 8- Fissura infiltração e desagregação (a). Fissura em alvenaria (b)



(a)



(b)

Figura 9- Fissura em piso (a). Fissura em laje de teto (b)



(a)



(b)

Figura 10- Retirada de parede (a). Abatimento no piso do hall (b)

Como observado nas imagens acima, existe um grande numero de patologias na área interna da edificação, onde se pode destacar o excesso de infiltração existente em paredes e tetos de quase todos os pavimentos, sem contar as fissuras, desagregação de revestimento, abatimento de piso e oxidação de ferragens, entre outras. Pode-se também observar a falta de segurança e de atendimento as normas e recomendações da concessionária de energia, do quadro de entrada de corrente.

Foram encontradas algumas intervenções nos apartamentos do térreo. Esses imóveis retiraram parte da seção da parede, geralmente da sala de estar, invadindo a área destinada ao fosso.

3.2.4 Coberta e reservatório superior

Neste item, busca-se mostrar através do mapa fotográfico as patologias existentes na cobertura e no reservatório superior.



Figura 11- Fissura e fungos na laje do reservatório (a). Fissuras em platibanda e telha quebrada (b)

3.3 Ensaios realizados

Mesmo sendo visível o estado de degradação em que se encontra parte da estrutura de concreto armado, realizou-se alguns ensaios com o propósito de dar um maior embasamento as causas das oxidações das ferragens.

3.3.1 Avaliação da dureza superficial do concreto – Esclerometria

De acordo com a NBR 7584/95 a avaliação da dureza superficial pelo Esclerômetro de Reflexão ou Esclerômetro de Schmidt, é um método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto e nos fornece elementos para avaliar a qualidade do concreto, através do impacto transmitido pelo Esclerômetro de Reflexão sobre a área ensaiada.

Foram selecionados os pilares denominados de P2 e P7 da fachada lateral direita e P18, P19, P20, P21 e P22 da fachada lateral esquerda, num total de sete pilares. Em cada pilar executou-se a esclerometria, realizando nove impactos distantes entre si em 5 cm, onde obtivesse o índice de reflexão final para cada pilar e o índice esclerométrico médio IE, onde $IE = 35,06$, tendo sido obedecida as recomendações de execução que se encontra no item 5 da NBR 7584/95 e que apresenta no gráfico 1.

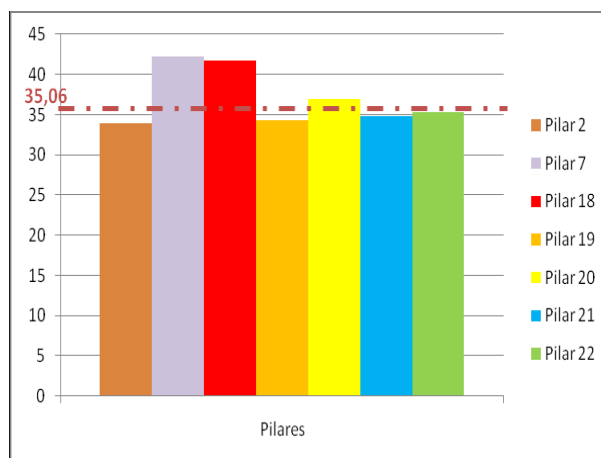


Gráfico 1 – Valores dos índices de reflexão

Tendo calculado o IE e fazendo uso do ábaco do esclerômetro, converte-se o IE em resistência mecânica superficial. Sendo assim, encontra-se para a resistência mecânica o valor de 33 Mpa. De posse desse valor e sabendo que a variação apresentada pelo equipamento é de 6,6 Mpa, pode-se dizer que a resistência mecânica superficial do concreto ensaiado varia entre 26,40 Mpa e 39,60 Mpa.

De acordo com tabela 1 pode-se obter um parâmetro entre a tensão de ruptura à compressão em função do índice esclerométrico. Essa tabela faz uma análise comparativa entre a o IE e a qualidade do concreto. Então a estrutura apresenta um concreto de ruim a satisfatório, porém, se levar em consideração a carbonatação existente no mesmo e que a mesma eleva o valor do índice de reflexão, pode-se considerar o concreto existente como “ruim”.

Tabela 1- Parâmetros de qualidade superficial do concreto

TABELA PARA COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS									
Ótimo	kgf/cm ²	Boa	kgf/cm ²	Satisfatória	kgf/cm ²	Ruim	kgf/cm ²	Fissuras/concreto solto	kgf/cm ²
>50	>500	50-40	350 a 500	30-40	200 a 350	30-20	100 a 200	<20	<100

Fonte: Chefdeville (1973) apud Coutinho (1995)

3.3.2 Profundidade de Carbonatação

Neville (1997) afirma que a profundidade de carbonatação é uma determinação realizada geralmente com o objetivo de avaliar o potencial alcalino do concreto e, a partir daí, estimar-se o estado de corrosão das armaduras, já que a carbonatação reduz o pH do concreto, provocando a despassivação do aço. A determinação da profundidade de carbonatação realizada na obra atendeu ao método prescrito pelo CIB W80/RILEM 71-PSL(1983), recomendação CPC 18, foi feita por meio de aspersão de uma solução de fenolftaleína em álcool na concentração de 1/100, que se apresenta incolor em pH inferior a 9,2 e se torna violeta em pH superior a este. A aspersão do líquido foi feita em uma região recém fraturada do concreto, antes que a face exposta pela fratura pudesse carbonatar pelo contato com o ar. Teve-se o cuidado de que a superfície do concreto não se encontrasse molhada ou com excesso de poeira para evitar erros na determinação da profundidade de carbonatação. As medidas foram realizadas diretamente nas faces exteriores dos pilares, imediatamente após a aspersão do reagente.

De modo geral, as frentes de carbonatação apresentam profundidade de carbonatação diferente entre os elementos, como também, no próprio elemento analisado, sendo assim, foi adotada a profundidade máxima de carbonatação medida em cada um dos pilares. A foto 12 a seguir mostra que o pilar(a) esta completamente carbonatado enquanto que no pilar (b) a frente de carbonatação esta quase atingindo a ferragem.

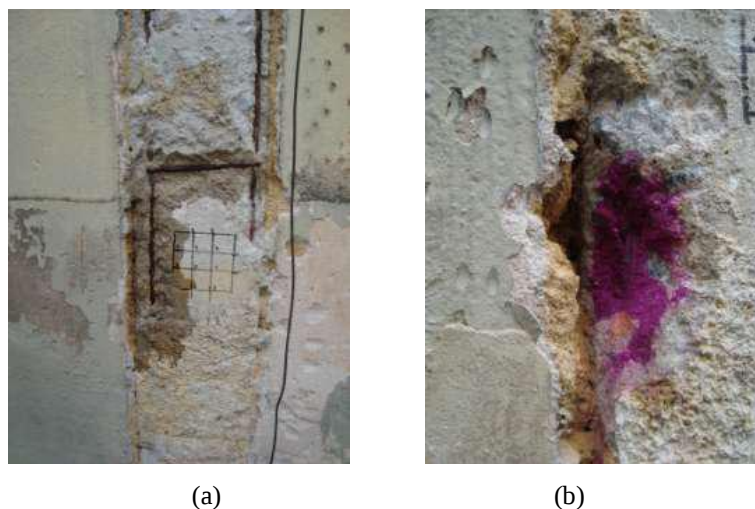


Figura 12 - Pilar totalmente carbonatado (a). Pilar parcialmente carbonatado (b)

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DE CONFORMIDADE COM A METODOLOGIA EMPREGADA

Como se observa a edificação apresenta diversas manifestações patológicas da fundação à laje de cobertura. Fundações sujeitas à água agressiva por vazamentos, caixas e tubulações de esgoto coladas nos blocos de fundação, oxidação de ferragens, fissuras diversas, vazamentos, infiltrações em paredes, piso com abatimento no hall de entrada, quadro de entrada de energia desconforme, cobertura com problemas diversos, revestimento de fachada executado sem a realização de ensaio que verificasse a resistência a tração do revestimento e as cerâmicas assentadas sobre o revestimento existente, sem juntas de movimentação e passando a ocultar as patologias existentes na fachada.

Através da realização dos ensaios constatou-se que a qualidade do concreto existente é caracterizado como “ruim”, encontra-se carbonatado e com as armaduras oxidadas, ou seja, a vida útil da estrutura encerrou, ficando agora o mesmo dependente de recuperações e de manutenção periódica.

Sendo assim, foi possível fazer algumas recomendações no item 5, tendo em vista que:

- A estrutura da edificação é aporticada em concreto armado até o terceiro pavimento e em alvenaria de vedação para os demais pavimentos.
- Que os elementos da estrutura de concreto armado podem não está resistindo aos esforços para os quais foram dimensionados, passando a transferir carga para outros elementos estruturais da edificação, como também para a alvenaria de vedação, que não tem função estrutural.
- A alvenaria existente não é estrutural, não possui um revestimento que venha a contribuir para o aumento da sua resistência a compressão e, muito pelo contrario, apresenta diversas patologias, entre elas, excesso de infiltração do pavimento térreo.

5. RECOMENDAÇÕES

De conformidade com tudo que foi observado no item anterior, apresenta-se as seguintes recomendações:

- Deverá ser executado um projeto estrutural de recuperação e reforço da estrutura, em caráter emergencial;
- Executar imediatamente a recuperação da estrutura projetada;
- Após a execução da recuperação estrutural, remover todo revestimento argamassado externo e interno dos apartamentos do pavimento térreo e executar novo revestimento a base de cal. Usar cimento, cal e areia fina no seguinte traço: externo 1:1:6 e interno 1:2:9;
- Deverá ser executado juntas de movimentação, quando da realização do revestimento externo;
- A cobertura deverá ser revisada, com substituição de madeiras e telhas danificadas, recuperação de algeroz, platibandas e calhas. Executar chapim sobre a platibanda e em seguida executar impermeabilização a base de manta asfáltica de 3 mm, do chapim, das calhas e algeroz.
- Deverão ser afastadas todas as caixas de passagem, seja de esgoto ou águas fluviais da fundação;
- Executar revisão nos reservatórios superior e inferior, com remoção do revestimento interno, correção das fissuras, recuperação das ferragens oxidadas, aplicação de novo revestimento e execução com utilização de manta asfáltica de 3 mm, telada e em seguida aplicar a proteção mecânica;
- Os mofos, fungos e eflorescência deverão ser limpos com água sanitária;

- As fissuras deverão ser corrigidas depois da análise estrutural. Serão abertas as fendas em forma de V, preenchidas com silicone, aplicação de tela de poliéster em toda a extensão da fissura para em seguida recompor a argamassa de revestimento com argamassa flexível

6. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14037/1998: **Manual de operação uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674/1999: **Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2003: **Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7584/1995: **Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo Esclerômetro de reflexão**. Rio de Janeiro, 1995.

BRASIL. **Lei nº 13.032**, de 14 de junho de 2006. Disponível em: <http://digital.tjpe.gov.br/cgi/om_isapi.dll?clientID=117003&infobase=legislacao&record={68781}&softpage=ref_Doc>. Acesso em: 12 fev. 2010.

CASTRO, E. K.(1994), **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 185p, Dezembro.

CIB W80/RILEM 71-PSL. (CONSEIL INTERNACIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS),**Prediction of service life of building materials and components**, Rotterdam, 98p. 1983.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. São Paulo, Pini, 1997.