

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES**

ANNE KAROLLINE LAMANA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO
DE ÁGUA EXECUTADO EM CONCRETO ARMADO EM CONDOMÍNIO
UNIFAMÍLIAR – ESTUDO DE CASO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA - PR
2014**

ANNE KAROLLINE LAMANA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO
DE ÁGUA EXECUTADO EM CONCRETO ARMADO EM CONDOMÍNIO
UNIFAMÍLIAR – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Especialização apresentado ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba-Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Patologia das Construções.

Orientador: Prof. M. Eng. Amacin Rodrigues Moreira.

**CURITIBA - PR
MAIO - 2014**

ANNE KAROLINE LAMANA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
RESERVATÓRIO DE ÁGUA EXECUTADOS EM CONCRETO
ARMADO EM CONDOMÍNIO UNIFAMILIAR – ESTUDO DE CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Patologia das Construções, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M.Eng. Amacin Rodrigues Moreira
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – *Câmpus* Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Fernando Luiz Martinechen Beguetto
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – *Câmpus* Curitiba.

Prof. M.Eng. Roberto Levi Sprenger
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – *Câmpus* Curitiba.

Curitiba
2014

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

DEDICATÓRIA

A Deus e as nossas famílias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que amparou, guiou e deu coragem e motivação para sempre buscar novos horizontes.

A minha família, por compreenderem e entenderem as faltas, quando das ausências para dedicar-se aos livros e aos trabalhos em campo.

Aos Professores da UTFPR, especialmente ao orientador M. Eng.º Amacin Rodrigues Moreira, e aos professores Dr. Wellington Mazer e Esp. Marcelo Queiroz Varisco pela paciência e disposição em transmitir conhecimento com tanto profissionalismo, dedicação e paciência.

Ao DACOC – Departamento Acadêmico de Construção Civil, por possuir grandes mestres, ao qual compartilharam seus conhecimentos pelo o qual temos praticados em nossa jornada.

Aos colegas de turma da V CEPAC, que pelo apoio e companheirismo serão sempre lembrados, e ainda que se passe o tempo das aulas, a amizade permanecerá.

E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização do presente trabalho.

EPÍGRAFE

“Confia a Deus as tuas obras e os teus projetos serão estabelecidos.”

(Provérbios 16:6)

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

Antigamente acreditava-se, que todos os materiais estruturais aplicados na construção civil possuíam durabilidade eterna. Hoje, porém essa concepção não é mais uma realidade. O concreto de cimento Portland, por ser o material de construção mais utilizado, é o maior exemplo deste fenômeno de degradação. A patologia em reservatórios de água pode ocorrer de diversas maneiras, entre elas pode-se citar a degradação da manta asfáltica de impermeabilização, falta de manutenção preventiva e o ambiente ao qual a estrutura será exposta. Este trabalho apresenta um estudo de caso, onde são apresentadas as manifestações patológicas e sua identificação, indicando as origens e eventuais processos.

Palavras-chave: Patologia em caixa de água, infiltrações.

ABSTRACT

Previously it was believed that all structural materials used in construction had everlasting durability. Today, though this view is no longer a reality. The Portland cement concrete, being the most widely used construction material, is the best example of this phenomenon of degradation. The pathology in water tanks can occur in several ways, among them we can mention the degradation of the asphalt mat sealing, lack of preventive maintenance and the environment to which the structure will be exposed. This paper presents a case study, which shows the pathological manifestations and their identification, indicating the origins and possible processes.

Keywords: Pathology in the water box, infiltrations.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - CORROSÃO DE ARMADURA.	23
FIGURA 4.1 – 4.2 – MANTA ASFÁLTICA DETERIORADA – BLOCO A.	30
FIGURA 4.2 – 4.4 – CORROSÃO E INFILTRAÇÃO NOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DO BLOCO A.	31
FIGURA 4.3 – 4.4 – MANTA ASFÁLTICA DETERIORADA E INFILTRAÇÕES.- BLOCO B	31
FIGURA 4.5 – CORROSÃO – BLOCO B	31
FIGURA 4.6 - 4.7 – MANTA ASFÁLTICA DETERIORADA – BLOCO C.	32
FIGURA 4.8 - 4.9 – CORROSÃO E INFILTRAÇÕES – BLOCO C.....	32
FIGURA 4.10 – 4.11 – INSTALAÇÃO INADEQUADA DO PARA RAIOS E AUSÊNCIA DE RUFOS – BLOCO A.....	33
FIGURA 4.12 – 4.13 – TAMPAS DE MADEIRA COM REVESTIMENTO METÁLICO E TAMPA DE CONCRETO – BLOCO A.	33
FIGURA 4.14 – LAJES DE COBERTURA DO BLOCO B.....	33
FIGURA 4.15 – 4.16 – TAMPAS INADEQUADAS E DUTO DE LIXO – BLOCO - B.	34
FIGURA 4.17 - 4.18 – LAJE DE COBERTURA E TAMPAS EM PEDAÇOS – BLOCO C.....	34
FIGURA 4.19 – 4.20 – FLANGES E REGISTROS EM PROCESSO DE DETERIORAÇÃO – BLOCO A.	35
FIGURA 4.21 – LADRÃO CORTADO E ARMADURAS EXPOSTAS – BLOCO A.	35
FIGURA 4.22 - 4.23 – FLANGES E REGISTROS EM PROCESSO DE DETERIORAÇÃO – BLOCO B.	36
FIGURA 4.24 - 4.25 – FUIROS NAS TUBULAÇÕES E ARMADURAS EXPOSTAS – BLOCO B.	36
FIGURA 4.26 - 4.27 – FLANGES E REGISTROS EM PROCESSO DE DETERIORAÇÃO – BLOCO C.....	36
FIGURA 4.28 - 4.29 – AUSÊNCIA DE FLANGE E ARMADURAS EXPOSTAS – BLOCO C.....	37
FIGURA 4.30 - 4.31 – FISSURAS DE DESLOCAMENTO.	38
FIGURA 4.32 - 4.33 – EXTREMA DETERIORAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA.....	38
FIGURA 4.34 - 4.35 – CORROSÃO INTERNA E EXTERNA DA CISTERNA.	38
FIGURA 4.36 - 4.37 – CORROSÃO.	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1 – RESUMO DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS NO OBJETO DE ESTUDO.....	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
a/c	Fator água / cimento
Ag ⁺	Íon Prata
C ₃ A	Aluminato tri-cálcico
C ₃ S	Sulfato tri-cálcico
C ₄ AF	Ferro-aluminato tetra-cálcico
CAA	Classe de Agressividade Ambiental
CO ₂	Dióxido de Carbono
H ₂ O	Água
NaClO	Hipoclorito de Sódio
OH	Hidroxila
pH	Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS.....</u>	<u>9</u>
<u>LISTA DE TABELAS.....</u>	<u>10</u>
<u>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</u>	<u>11</u>
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	<u>14</u>
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1 OBJETIVO PRINCIPAL	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.2. CONTEÚDO	15
<u>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	<u>16</u>
2.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES NAS CONSTRUÇÕES CIVIS.....	16
2.2. ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	16
2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	18
2.3.1. FISSURAS E TRINCAS	19
2.3.2. EFLORESCÊNCIAS E CARBONATAÇÃO.....	20
2.3.3. ATAQUE POR SULFATOS	21
2.3.4. REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO (RAA).....	21
2.3.5. CORROSÃO DE ARMADURAS.....	22
2.4. AMBIENTES AGRESSIVOS.....	24
<u>3. LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIOS HIDRÁULICOS.....</u>	<u>26</u>
3.1. CUIDADOS DURANTE A EXECUÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	26
3.2. RESERVATÓRIOS DE ÁGUA ELEVADOS.....	26
3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E TRATAMENTO EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA ELEVADOS.....	27
3.3.1. TRATAMENTO DE INFILTRAÇÕES EM RESERVATÓRIOS.....	27
3.4. MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM CONCRETO ARMADO.....	29
<u>4. ESTUDO DE CASO.....</u>	<u>30</u>
4.1 CARACTERÍSTICA DO OBJETO DE ESTUDO.....	30
4.2 RESERVATÓRIO ELEVADO – BLOCO A, B E C	30
4.3 CISTERNA	37

<u>5.</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u>	<u>40</u>
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	40
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>41</u>

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações o homem já tinha a preocupação de buscar abrigo em cavernas para proteger-se das chuvas, animais e do frio. No entanto, com o passar dos tempos, percebeu que a umidade ascendia do solo e penetrava pelas rochas, tornando-se um ambiente úmido e insalubre em seu abrigo. Esses problemas obrigaram o homem primitivo desenvolver tecnologias em seus métodos construtivos mais adequados às suas necessidades a fim de proporcionar um conforto maior e uma qualidade de vida melhorada.

A umidade está intrinsicamente ligada a água e seus mecanismos de infiltração e na construção a água é imprescindível ao concreto para a hidratação dos grãos de cimento Portland, porém este material está diretamente ligado a toda forma de deterioração, e em sólidos porosos a permeabilidade do material à água determina a taxa de deterioração (MEHTA E MONTEIRO, 1994). Dessa forma, em conjunto com outros fatores, a água foi e será sempre a principal causa de manifestações patológicas nas construções.

Devido ao concreto de cimento Portland ser o segundo material mais consumido no mundo, depois da água, é de grande importância a pesquisa e tecnologias para obtermos qualidade e durabilidade das estruturas de concreto.

Segundo Souza e Ripper (1998), o conceito de patologia das estruturas diz respeito a um novo campo da engenharia das construções que se ocupa da origem, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de desagregação das estruturas.

Os problemas apresentados nas construções que não são comuns ou rotineiros, exigem uma análise mais detalhada. Sendo de grande importância o avanço dos estudos e pesquisas nesse ramo da engenharia.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo principal

O principal objetivo deste estudo é identificar e indicar soluções para alguns dos principais problemas e manifestações patológicas encontrados na construção civil na área de impermeabilização através do caso específico de caixas de água em concreto armado.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar agentes causadores das degradações da caixa de água executados em concreto armado;
- Identificar as possíveis causas das manifestações patológicas, com ênfase no mecanismo de degradação.

1.2. CONTEÚDO

Para melhor compreensão do tema proposto, a monografia foi estruturada em cinco capítulos.

No capítulo um é apresentada uma introdução com fundamentação teórica de patologia e terapia das construções.

O capítulo dois aborda a revisão bibliográfica desenvolvida neste trabalho, ao qual permite conceituar os mecanismos que ocasionam a deterioração das construções.

Após a revisão bibliográfica, apresenta-se, no capítulo três os tratamentos preventivos e curativos, contra as manifestações patológicas que afetam as estruturas de concreto armado.

No capítulo quatro, desenvolvem-se os estudos de casos de patologias em reservatório de água em condomínio unifamiliar, localizado no bairro Seminário, na cidade de Curitiba, Paraná.

Por fim, no capítulo cinco, são apresentadas as conclusões que o estudo de caso proporcionou, ressaltando-se o quanto é importante cada etapa da obra e a manutenção da mesma para a saúde e o bem-estar dos usuários do mesmo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES NAS CONSTRUÇÕES CIVIS

Grande parte as anomalias patológicas encontradas nas construções civis já iniciam seu processo de deterioração ainda em fase de projeto devido a incompatibilidade de suas finalidades com a sua funcionalidade.

A maioria das edificações sofrem com os mesmos tipos de patologias, sendo um dos principais agentes causadores das manifestações patológicas é a água, gerando as umidades, fissuras, deslocamento de revestimentos, eflorescência, bolor, entre outras.

Devido ao presente trabalho estar apontando degradações em caixa de água em concreto, o foco está voltado aos materiais nele encontrado. Sendo eles a água, umidade, intempéries e o concreto. HELENE (1992), ANDRADE e DAL MOLIN (1997) e MEHTA E MONTEIRO (1994) o concreto é o segundo material mais utilizado, perdendo apenas para a água. Uma das principais características do concreto é a resistência à água, versatilidade de execução em diversas formas de tamanhos, durabilidade, e o fator custo. Que comparado com os demais materiais é o mais acessível financeiramente a quase todas as classes econômicas.

Por outro lado, não significa que a água sozinha pode desencadear diversas manifestações patológicas e, sim, um conjunto de fatores que contribuem para que a degradação possa ser iniciada, pois as mesmas anomalias patológicas podem ocorrer por diversas causas o que permite desmembrar em etapas processos que desencadearam a degradação.

A durabilidade do concreto está relacionada a sua vida útil ao qual está sujeito as intempéries e agentes agressivos.

Segundo HELENE (1992), o concreto é um material de vida útil elevada, uma vez que esse sempre receba manutenção periódica e sistemática. Porém essas manifestações podem aparecer e comprometer o desempenho designado a estrutura, as vezes sendo impossível a sua recuperação.

2.2. ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O concreto é um material que apresenta vantagens na sua utilização, como, por exemplo, versatilidade e menor custo, se comparado a outros materiais de construção sendo por isso largamente utilizado em todo mundo (MEHTA E MONTEIRO, 1994).

O número de manifestações patológicas é um forte indicativo de que as edificações estão envelhecendo precocemente. Uma das manifestações patológicas mais frequentes em estruturas de concreto armado é a corrosão de armadura e sua evolução compromete significativamente a segurança estrutural das obras (HELENE, 1997).

De acordo com Neville (1997), o que determina a penetração e o deslocamento dos agentes agressivos no concreto é a estrutura de suas pastas de cimento hidratada, as características químicas e físicas, a concentração superficial das substâncias agressivas e as condições ambientais (umidade, temperatura e concentração de agentes agressivos). Esta penetração e deslocamento de gases, líquidos e íons cloretos só é possível por este ser um material poroso, ou seja, nem todo o seu volume é preenchido quando o mesmo encontra-se no estado endurecido (COUTINHO E GONÇALVES, 1994).

O concreto é considerado uma massa heterogênea e complexa, dificultando o controle das características dos materiais. O empacotamento dos materiais constituintes do concreto é o que resulta em sua resistência final. Devido ao concreto ser resistente às tensões de compressão, foi necessário inserir na massa as armaduras para que o concreto tenha, em conjunto com o aço, a característica de absorver as flexões, auxiliar no cisalhamento e incrementar a resistência a esforços de tração.

De acordo com MEHTA e MONTEIRO (1994), a resistência do concreto é inversamente proporcional à sua porosidade, sendo esse o principal fator que irá garantir a durabilidade do concreto. Porém existem outras propriedades que influenciam na vida útil do concreto, tais como o módulo de elasticidade, a estanqueidade e impermeabilidade.

As fissuras presentes no concreto podem ser decorrente de carregamentos acima do permitido para a estrutura, retração, secagem ou resfriamento acelerado, o que afetam a durabilidade das estruturas.

Segundo HELENE (1992), o concreto sempre terá vida útil elevada se o mesmo for submetido a manutenções periódicas e sistemáticas. Porém, mesmo com toda a manutenção da estrutura em dia, isso não garante que as manifestações patológicas possam existir com intensidades e incidência que pode comprometer o desempenho da estrutura, muitas vezes tornando impossível a recuperação da mesma.

2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As principais causas de deterioração que incidem nas estruturas de concreto armado são provenientes da corrosão de armaduras, eflorescências, fissuração, carbonatação, desagregação da camada superficial do concreto, entre outras formas mais comuns de anomalias, tais como bolor e umidades.

Grande parte das patologias que aparecem nas estruturas de concreto armado deve-se a ausência de qualidade dos materiais empregados, e para qual finalidade será a estrutura designada, ou ao ambiente que a mesma será exposta (CÁNOVAS 1988)

Constituído de uma mistura de aglomerante, agregados graúdos e miúdos, e eventualmente aditivos e fibras, tornam a massa de concreto um material uniforme e de alta resistência, um dos principais materiais utilizado na construção civil.

Segundo Cánovas (1988), as manifestações patológicas por erros de projetos são muitas, sendo os quatro principais fatores a serem considerados:

- a) Cumprimento das condições de equilíbrio da estática;
- b) Compatibilidade das deformações das próprias peças estruturais e suas uniões;
- c) Representação em escala das disposições das armaduras;
- d) Legenda que indique todas as características de materiais a serem empregados na estrutura, bem como, a forma de realizar seu controle, etc.

Geralmente os defeitos de execução não são evitados, mesmo tendo projetos detalhados, mas podem ser minimizados em conjunto com uma fiscalização intensa dos processos construtivos nos canteiros de obras. Outro item que auxilia muito os profissionais não só em fase de obra, mas posterior a ela é memorial descritivo diário da mesma. Pois se ocorrer alguma anomalia, esse material é um apoio para diagnosticar possíveis causas de patologias.

Souza e Ripper (1998), classificam que as causas intrínsecas de deterioração das estruturas de concreto são inerentes as próprias estruturas, ou seja, todas as anomalias tem suas origens nos materiais empregados no concreto e nas peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das edificações, por falhas humanas, por questões do próprio concreto em si e por seus agentes externos, inclusive acidentes.

Quanto às falhas humanas durante a execução da estrutura pode-se observar:

- a) Recebimento inadequado, em obra, de agregados, bem como, material disposto em canteiros de obras sem proteção quanto a intempéries, matéria orgânica e demais objetos deletérios que venham a comprometer a qualidade final do concreto e das argamassas;
- b) Material utilizado como fôrmas inadequadas, que absorvem muita água e causam estufamento na madeira;
- c) Escoramento de forma aleatória, sem projeto adequado de ancoragem;
- d) Deficiência nas locações e disposições das armaduras, muitas vezes sem a utilização de espaçadores;
- e) Concretagem deficiente, sem adensamento apropriado;
- f) Ausência de cura adequada do concreto;
- g) Desforma de maneira aleatória, muitas vezes sem seguir os princípios da construção civil.

Segundo os mesmos autores, as causas extrínsecas podem ser associadas aos fatores que atacam as estruturas da parte externa para a parte interna, a partir de ações químicas, físicas e biológicas, sendo iniciada durante a fase de concepção ou ao longo da vida útil da estrutura.

Os processos de degradação das estruturas de concreto são: fissuração, eflorescência, ataque por sulfatos, reação álcali-agregado (RAA), corrosão das armaduras, carbonatação, ataque por Cloretos, entre outros.

2.3.1. Fissuras e trincas

As fissuras são uma das principais características das estruturas de concreto, sendo de fácil identificação em relação às demais anomalias.

Cánovas (1988) cita que as principais causas de ocorrências de fissuras são provenientes de:

- Falhas ainda na concepção de projeto e posteriormente na execução;
- Falta de cura adequada ao concreto;
- Variação térmica;
- Reações expansivas;
- Carregamento da estrutura acima do máximo estipulado pelo projeto estrutural;
- Ataque por agentes químicos;
- Recalque diferencial da estrutura.

Segundo Cánovas (1988), as mesmas causas produzem tipos de fissuras similares, ao qual torna-se possível prever o quadro de fissuras e esquematizar o mecanismo de formação, de modo a determinar suas consequências, porém, o mesmo afirma que nem sempre é fácil detectar suas origens de formação.

Para ser considerado como deficiência estrutural, a fissura dependerá sempre da sua origem, intensidade e magnitude do quadro apresentado. Uma vez que o concreto apresenta fissuras por natureza devido a possuir baixa resistência à tração.

Souza e Ripper (1998) classificam as fissuras com abertura inferior a 0,05 mm são consideradas como microfissuras, devido a não serem perceptíveis a olho nu e não serem significativas. As fissuras de amplitude entre 0,12 e 0,20 mm também não apresentam tanto perigo, porém depende a que meio esse concreto será exposto. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2003), as fissuras são toleráveis segundo as seguintes dimensões:

- Concreto não protegido em meio agressivos – abertura < 0,10 mm;
- Concreto não protegido em meio não agressivo – abertura < 0,20 mm;
- Concreto protegido – abertura < 0,30 mm.

2.3.2. Eflorescências e carbonatação

Todas as superfícies de concreto com cimento Portland estão sujeitas à carbonatação Lima (1995). O dióxido de carbono, sendo na água ou no ar, reage com as substâncias da pasta de cimento endurecido para formar carbonatos, sendo o principal o carbonato de cálcio. Essa anomalia apresenta coloração esbranquiçada, desse modo fica fácil sua identificação na superfície da estrutura onde incide. Esse mecanismo é descrito pela equação (1), abaixo:



Essa anomalia gera retração por carbonatação do concreto, porém a pior manifestação que essa reação gera é a diminuição da alcalinidade do concreto. A alta alcalinidade (pH > 12,5), inerente ao concreto forma uma camada passivadora das armaduras. Com a redução do pH, a carbonatação pode destruir essa camada protetora e, em presença de umidade e oxigênio, permitem que as armaduras iniciem o processo de corrosão.

Segundo Figueiredo (2005), um concreto carbonatado não possui a mesma capacidade de combinar íons Cloretos com os compostos do cimento, de modo que uma maior quantidade

de íons Cloretos permanecem livres, aumentando a possibilidade de se atingir um limite crítico e se instalar o processo corrosivo nas armaduras.

Esse mecanismo se agrava se o concreto estiver mais poroso e apresentam o quadro de fissuração. A fissura, dependendo da sua magnitude, permite, com maior facilidade, o transporte do CO_2 no interior do concreto.

A porosidade aumenta a permeabilidade do concreto. Porém, segundo Cánovas (1988), essa propriedade do concreto depende da proporção dos agregados inseridos na massa de concreto, a qualidade dos materiais e seu adensamento, pois quanto menor for seu teor de cimento e maior sua quantidade de areia e esses fatores forem aliados com a má compactação, mais poroso será o concreto.

A profundidade de ataque de carbonatação pode ser analisada com a extração de corpo de prova (CP) da estrutura em questão. Após a retirada da amostra, aplica-se sobre sua superfície um indicador, no caso a fenolftaleína.

A fenolftaleína acusa se o concreto está em processo de carbonatação ou não pelo indicativo de cores da seguinte forma:

- Cor rósea ou púrpura: apresenta hidróxido de cálcio responsável pela proteção das armaduras. Fator favorável à integridade da estrutura;
- Sem cor (transparente): a estrutura apresenta estar completamente carbonatada, estando sujeita ao ataque devido à sua despassivação.

2.3.3. Ataque por sulfatos

A matriz da pasta de cimento do concreto pode ser alterada em locais com elevada concentração de sulfatos. Gerando reação de expansão provenientes do contato com SO_4 em solução aquosa.

Em sua maioria, o ataque ocorre quando o concreto está exposto e em contato com a água do mar e lençóis freáticos contaminados. Sendo um agravante da anomalia o grau de porosidade do concreto.

A presença de sulfatos no interior da massa de concreto ocasionam a redução da resistência mecânica do concreto devido ao aumento do volume de água, que ao se expandir, provoca fissuração do concreto, quebrando os cristais de CSH.

2.3.4. Reação Álcali-agregado (RAA)

O surgimento das reações álcali-agregado (RAA) podem ocorrer devido à variação da temperatura, a ação da água, do grau de hidratação e de alguns constituintes do concreto. A

deterioração da estrutura pode ser observada devido à fissuração e expansão do concreto. Essa anomalia se identifica devido à forma de mapa que as fissuras fazem, entre eflorescência, exsudação de gel e descoloração da camada superficial do concreto (SABBAG, 2003).

A reação álcali-agregado pode ser classificada em três tipos:

- Reação álcali-sílica;
- Reação álcali-silicato;
- Reação álcali-carbonato.

A reação álcali-sílica ocorre quando a dissolução dos hidróxidos dos álcalis com a sílica amorfa, presentes em agregados como: opala, calcedônia, cristobalita, tridimita, e alguns vidros naturais (vulcânicos) e artificiais, e o quartzo. Quando a sílica ativa é envolvida pelo hidróxido de cálcio dissolvido à partir dos álcalis dos cimentos Portland, atacam-se os pontos mais fracos, poros e superfície dos agregados. Se a concentração de cálcio é insuficiente, os álcalis reagem formando um gel de álcali-sílica que na presença de água se expandirá ocasionando fissuras. Essa reação é mais frequente no Brasil devido clima (SABBAG, 2003).

A reação álcali-silicato é semelhante a reação álcali-sílica, porém seu processo de degradação é mais lento. Os álcalis do cimento de unem às rochas como o quartzo.

Já a reação álcali-carbonato é diferente das duas anteriores, pois a reação ocorre na presença de calcários dolomíticos. Desse modo, é de fundamental importância o conhecimento dos agregados a serem incorporados ao concreto, pois os cimentos com teor de óxidos de sódio superior a 0,6% são considerados altamente alcalinos e quando utilizados em elevada quantidade com os agregados reativos contendo álcalis agravam o processo de RAA.

2.3.5. Corrosão de armaduras

Segundo AHMAD (2003), a corrosão do aço dentro do concreto é definido como um processo eletroquímico, no qual a superfície do aço corroído se comporta como eletrodo composto por ânodo e cátodo conectados eletricamente pelo corpo do aço gerado pela diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de reações, no qual é expressa na seguinte equação (2):



Essa equação mostra a reação do ânodo como processo de oxidação que resulta em dissolução ou perda de material. Na sequência a equação (3), abaixo:



Demonstra a reação catódica como redução de íons do eletrólito resultando em redução de oxigênio dissolvido. Formando como consequência a seguinte equação (4):



Formando os íons hidroxila como condutor metálico que permite o fluxo eletrônico no sentido ânodo-cátodo e o eletrólito.

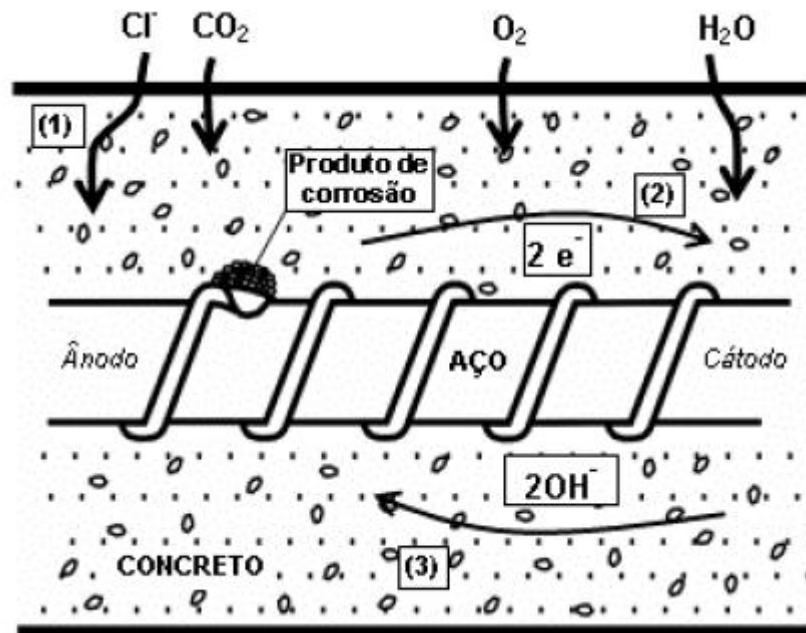


Figura 2.1 - Corrosão de armadura.

Fonte: (AHMAD, 2003).

Existem quatro tipos de mecanismos de penetração e transporte de íons Cloretos no concreto: absorção capilar, permeabilidade, migração e difusão.

A penetração de íons cloretos no concreto pode provocar a despassivação da armadura e gerar a formação de pilhas eletroquímicas, deflagrando a corrosão da armadura (RODOLPHO E ISA, 1999). O teor de cloretos livres é que irá definir a agressividade destes íons, sendo determinado para a relação entre cloretos livres e cloretos combinados (PAGE et al, 1991)

De acordo com Medeiros et al (1991), a influência do tipo de cimento na penetração de íons cloretos está relacionada à composição química deste, pois C_3A e o C_4AF se combinam com os cloretos para formação de cloroaluminatos. Com esta relação, o fluxo de penetração de cloretos diminui devido à menor concentração de íons livres na solução aquosa dos poros do concreto. Portanto, quanto menor o teor de C_3A no cimento, mais tempo levará a corrosão das armaduras para iniciar (RASHEEDUZZAFAR, 1992).

As normas BS, ABNT, ACI, entre outras, limitam a quantidade máxima de íons Cloretos que pode ser encontrada no concreto tendo em vista os problemas de durabilidade. Este parâmetro pode ser indicado em porcentagem em relação à massa de concreto ou então em relação à massa de cimento. No entanto não existe um consenso em relação à este teor, apresentando variações entre as diversas normas.

No Brasil, a norma NBR 6118 (ABNT, 2003) não fixa de forma explícita um teor limite para a concentração de íons Cloretos no concreto, no entanto proíbe o uso de aditivos que contenham íons Cloretos em sua composição para estruturas de concreto armado ou protendido. Por outro lado, a NM 137 (ABNT, 1997) considera que a água de amassamento e de cura pode ter um teor máximo de 700mg/l de íons Cloreto para estruturas de concreto armado e de 500mg/l de íons Cloretos para estruturas de concreto protendido. Já a NBR 12655 (ABNT, 2006) apresenta teores máximos de íons Cloretos, em relação à massa de cimento para diversas situações, sendo que os limites variam de 0,05% para concreto protendido até 0,40% para concretos em condições de exposição não severas, sendo que para o concreto exposto a íons Cloreto nas condições de serviço, caso de estruturas expostas ao ambiente marinho, o limite de Cloretos é de 0,15% em relação à massa de cimento.

2.4. AMBIENTES AGRESSIVOS

O alto teor de poluentes na atmosfera terrestre, em conjunto com outros fatores climáticos, acabam proporcionando um ambiente agressivo ao concreto. Os principais transportes dos agentes deletérios são: a água, o solo e o ar.

O CO_2 ataca o concreto através dos poros formando o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e diminuindo o pH para valores próximos de 9, dessa forma, atingindo a armadura por despassivação.

O CO_2 também reage com o $Ca(OH)_2$ dissolvido, bem como, os demais produtos carbonatáveis presentes na pasta de cimento, formando assim os carbonatos.

Outro item que deve ser observado a formação de microclima. Pois o mesmo pode influenciar na degradação das estruturas de concreto, gerando a corrosão as armaduras e a

lixiviação do material. Esses ataques químicos ocorrem em presença do tríduo: água, umidade e temperaturas variáveis. Em conjunto eles alteram os compostos vulneráveis do cimento.

Com o crescimento das grandes cidades frente ao aumento de poluentes presentes na atmosfera, é necessário diminuir a permeabilidade do concreto. Dessa forma, é possível prolongar a vida útil das estruturas.

3. LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIOS HIDRÁULICOS.

Os reservatórios hidráulicos são considerados unidades de acumulação ou de passagem de água. O mesmo deve ser disposto em lugares estratégicos para garantir o abastecimento necessário.

Os reservatórios podem ser construídos com diversos materiais de construção, podendo ser de: alvenaria, concreto, aço, fibra de vidro e em alguns casos de madeira.

3.1. CUIDADOS DURANTE A EXECUÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

Devido ao reservatório ser designado a armazenar água, o mesmo merece atenção redobrada. Alguns cuidados básicos devem ser tomados para garantir sua integridade, tais como: impermeabilização intacta; proteção do acesso interno e externo; local protegido de inundações; protegido de acesso de qualquer espécie de animal e de águas poluídas proveniente das vizinhanças, etc. (SANEP, 2007).

O mesmo deve ser construído sobre um terreno estável e sem fendas. Sendo a laje de fundo do reservatório em concreto armado. O seu interior deve ter uma declividade em direção ao ponto de esgotamento, dessa forma facilitando a limpeza. Sua cobertura deve ser totalmente vedada e impermeável, prevenido dessa forma qualquer contaminação por infiltração de águas de chuva. Sua posição tem que ser de tal forma que não permita à penetração de raios solares os quais poderiam favorecer o desenvolvimento de algas e outros micro-organismos prejudiciais a saúde.

3.2. RESERVATÓRIOS DE ÁGUA ELEVADOS

Os reservatórios elevados possuem estrutura conjunta de pilares e vigas embutidas, mantendo o perímetro da secção transversal da edificação. Esse conjunto também é conhecido como *stand pipe*. Esse método construtivo é tão usual quanto aos semi-enterrados.

Esse modelo de reservatório proporciona o abastecimento direto, por gravidade. Quanto mais alto for a coluna de água, maior será a pressão nas tubulações. Os reservatórios podem ser construídos de vários materiais de construção, mas o objetivo desse trabalho é focar no concreto armado.

A vantagem de se construir um reservatório de concreto armado, é que o mesmo pode ser moldado e executado em qualquer medida estipulada. Porém o mesmo deve ser projetado por um profissional habilitado, devido ao conjunto de fatores que incidem sobre a estrutura.

Além dos cuidados anteriormente citados, os reservatórios elevados requerem proteção contra descargas elétricas atmosféricas e sinalização luminosa noturna.

3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E TRATAMENTO EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA ELEVADOS

As principais manifestações encontradas em reservatórios de água são: corrosão de armaduras; perda de estabilidade estrutural devido aos movimentos dinâmicos de fissura e trincas em qualquer face da estrutura; infiltrações; carbonatação ou presença de íons Cloretos, entre outras substâncias.

Devido aos reservatórios atingirem as pessoas, pois a recuperação da mesma não é tão rápida, geralmente a manutenção vai sendo adiada. Dessa forma, a estrutura vai se degradando cada vez mais e sua manutenção vai ficando cada vez mais cara.

Um dos principais serviços de recuperação dos reservatórios são: a remoção da argamassa superficial de acabamento, quando a mesma se encontra deteriorada; apicoamento da superfície em trechos que a armadura se encontrar em bom estado; limpeza das armaduras com escova de aço; lavagem de todas as superfícies com jatos de água; recomposição das armaduras, se necessário; aplicação de microconcreto de auto desempenho ou graute, respeitando o cobrimento mínimo das armaduras de 2,50 cm; acabamento com desempenadeira garantindo a uniformidade da superfície; injeção nas fissuras com material epóxi de baixa viscosidade; re-impermeabilização interna da caixa de água; aplicação de graute para reconstituição da seção ou de argamassa constituída de cimento, areia modificada com epóxi, garantindo o mesmo cobrimento (FONSECA E PALMA, 2000).

A superfície externa deve ser limpa com hidrojateamento de alta pressão, para que após a secagem por completa aplicar-se pintura.

3.3.1. Tratamento de infiltrações em reservatórios

Segundo Monge (2002), a impermeabilização do concreto pode ser realizada segundo as seguintes etapas:

- Apicoamento e abertura de juntas de concretagem;

- Preenchimento do sulco das juntas e dos pontos de concreto desagregado, com argamassa com função impermeabilizante sobre prévia aplicação de material que faça o papel de ponte de aderência;
- Ao redor dos tubos de entrada e saída de água, deve ser feita vedação com uso de material elastomérico;
- Todo material aplicado na estrutura deve ser respeitado as orientações do fabricante como o número de demãos e seus intervalos de cura;
- Nas fissuras que apresentam comportamento dinâmico, e com infiltrações de água, pode-se aplicar injeção de espuma de poliuretano e na sequência injeção de gel de poliuretano para selamento das mesmas.

O preparo do substrato se dá com a remoção de toda a impermeabilização interna existente, quando a mesma se apresenta comprometida, bem como, a laje de cobertura externa.

Em reservatórios mais antigos com mau estado, precisa-se de recuperação completa com argamassa antes de receber a impermeabilização. Para a proteção mecânica da manta de PVC do contato direto com o concreto é indispensável o uso de um geotêxtil não-tecido de fibras de polipropileno de gramatura superior a 200 gr/m² em toda a superfície a ser revestida, em especial o fundo onde a pressão hidrostática é maior. Geralmente é necessária a aplicação de duas camadas de geotêxtil no fundo do reservatório, que trabalham como um amortecedor contra os esforços solicitantes.

A impermeabilização também pode ser feita por cristalização. Esse tem como função preencher os vazios provenientes do processo de hidratação do concreto que promove poros, fissuras e trincas. Esse processo de impermeabilização constitui-se de substâncias orgânicas que, em solução, reagem quimicamente com a água capilar ou com a umidade presente e com as partículas de cimento Portland não hidratada, além da cal livre presente na matriz do concreto.

Esse material em pó é misturado à água e aplicado com rolo ou trincha. Quando aderido ao substrato, esse material estabelece uma reação catalítica, gerando cristais ramificados insolúveis dentro dos poros e vazios da matriz de concreto. O mesmo pode ser apresentado de forma líquida.

Também existe outro tipo de impermeabilização, a por aderência. Este material é constituído de cimento Portland e areia finíssima de quartzo ou sílica. Os aditivos adicionados

ao material ativam o produto tornando-o livre de vazios ou poros. Podendo ser considerado, tecnicamente, como membrana cimentícia devido à sua aderência tenaz à superfície do concreto.

3.4. MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM CONCRETO ARMADO

O mapeamento e levantamento das patologias dos reservatórios de água são realizados a partir de visitas “*in loco*” e realizações de ensaios. Os ensaios nas estruturas de concreto tem por finalidade informar o grau de integridade da estrutura e a perspectiva de vida útil da mesma. Porém, devido à estrutura estar em pleno funcionamento, geralmente, é indicado realizar ensaios não destrutivos, tais como: massa específica, módulo de elasticidade e resistência. Também é possível investigar a absorção, permeabilidade, umidade, e também locação das armaduras, existência de vazios e fissuração.

Mas grande parte dos resultados da inspeção está na observação das estruturas. Sendo confirmada com alguns ensaios laboratoriais. A análise dos resultados de ensaios e de dados coletados em campo permite detectar a necessidade de intervir para a recuperação da estrutura. Quando da necessidade de recuperação é necessário prever um fornecimento de água alternativo, através de uma caixa de água de volume suficiente para atender aos consumidores locais.

4. ESTUDO DE CASO.

4.1 Característica do objeto de estudo

Condomínio Residencial unifamíliar, localizado no bairro Seminário em Curitiba-PR, construído em 1977. Sendo constituído de três Blocos distintos. Cada Bloco com seu respectivo reservatório de água elevado em concreto armado. No decorrer da vida da construção, não foi realizada nenhuma forma de recuperação e manutenção preventiva da manta asfáltica existente. Sendo o único método preventivo, uma limpeza anual de cada reservatório.

4.2 Reservatório elevado – Bloco A, B e C

Os reservatórios apresentam um sistema de impermeabilização tipo flexível, por manta asfáltica. Observa-se que os sistemas de impermeabilização encontram-se muito deteriorado e sujo nos três Blocos. As lajes de cobertura apresentam-se com pintura impermeabilizante, porém, esta não foi capaz de ocultar diversos focos de infiltrações existentes. Foi possível notar também a existência de diversos pontos de corrosão nas armaduras das mesmas lajes de cobertura, conforme pode ser observado nas figuras 4.1 ao 4.11:



Figura 4.1 – 4.2 – Manta asfáltica deteriorada – Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

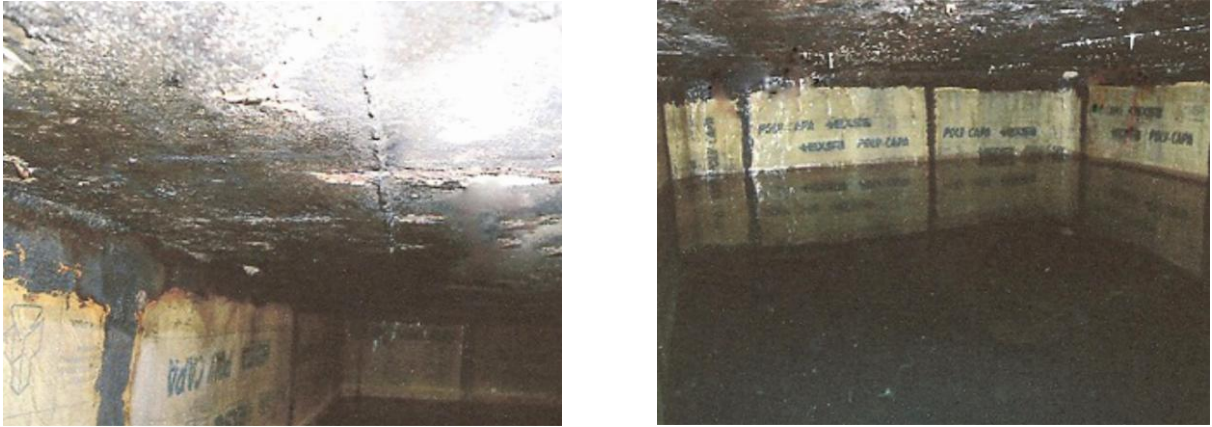


Figura 4.2 – 4.4 – Corrosão e infiltração nos reservatórios elevados do Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.3 – 4.4 – Manta asfáltica deteriorada e infiltrações.- Bloco B
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.5 – Corrosão – Bloco B
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.6 - 4.7 – Manta asfáltica deteriorada – Bloco C.

Fonte: Acervo pessoal (2014).

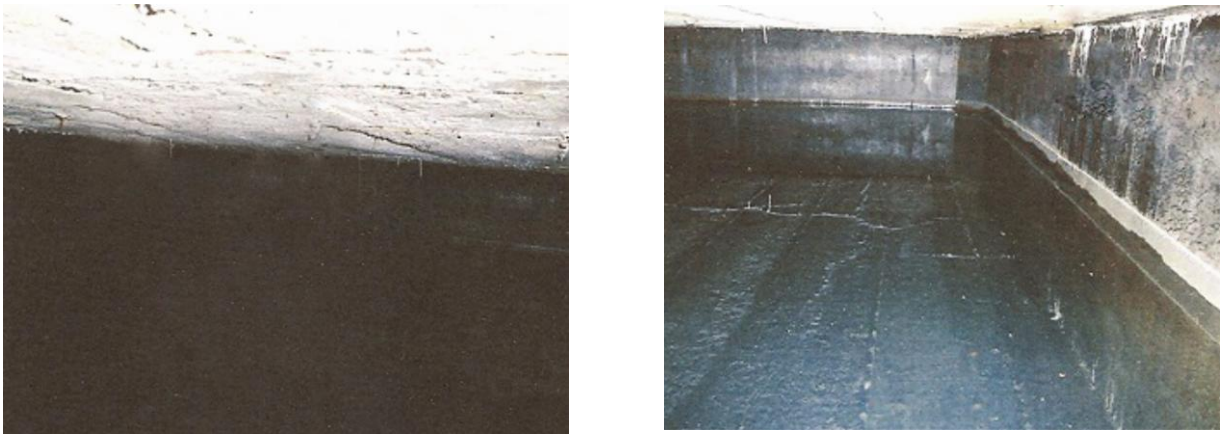


Figura 4.8 - 4.9 – Corrosão e infiltrações – Bloco C.

Fonte: Acervo pessoal (2014).

Embora as lajes de cobertura se encontrem impermeabilizadas com manta asfáltica, apresentam estar parcialmente desprotegida, em função do desgaste acentuado e incidência solar, encontram-se desgastadas e com presença de fissuras. Na parte superior externa apresentam perfurações para fixação de antenas sem os cuidados com a impermeabilização, que pode facilitar o processo de infiltração de águas pluviais e contaminação da água reservada.

As tampas dos reservatórios do Bloco A são: uma de concreto e a outra de madeira com revestimento de chapa metálica. A tampa de concreto, devido ao material, é mais pesada, porém não veda corretamente o reservatório e dificulta sua limpeza e/ou manutenção. Já a tampa de madeira com chapa metálica encontra-se bastante deteriorada. No local também se encontra a tampa de acesso à laje de cobertura do reservatório, sendo esta, também de madeira com um revestimento em chapa metálica, também se encontra deteriorada. Na área superior

externa nota-se a ausência de rufos metálicos, o que acelera a deterioração da laje e possibilitando infiltrações e contaminação ao interior do reservatório, conforme observado nas imagens 4.12 ao 4.16:



Figura 4.10 – 4.11 – Instalação inadequada do para raios e ausência de rufos – Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.12 – 4.13 – Tampas de madeira com revestimento metálico e tampa de concreto – Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.14 – Lajes de cobertura do Bloco B.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

No reservatório do Bloco B, a laje de cobertura também encontra-se deteriorada. Ambas as tampas são de concreto, sendo que uma delas está quebrada. Nota-se ainda uma grande quantidade de entulhos sobre a laje e o duto de lixo sua cobertura ao lado da laje de cobertura, sendo que este não possui nem um tipo de “chapéu” ou cobertura de proteção, conforme observado nas imagens 4.17 ao 4.18:



Figura 4.15 – 4.16 – Tampas inadequadas e duto de lixo – Bloco - B.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

Já no reservatório do Bloco C, ambas as tampas são de concreto, sendo que uma delas está totalmente despedaçada, deixando o reservatório descoberto e assim vulnerável a contaminações, conforme observado nas imagens 4.19 ao 4.20:



Figura 4.17 - 4.18 – Laje de cobertura e tampas em pedaços – Bloco C.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

Os barriletes nos três encontram-se extremamente degradados. Tanto as flanges, quanto os registros, mostram-se muito deteriorados por corrosão. Nota-se ainda a incompatibilidade de materiais entre registros e tubulações. Observou-se que a tubulação do “ladrao”, para escoamento da água do reservatório do Bloco A, está cortado. Se for necessário

o esvaziamento da caixa, não há como fazê-lo sem a utilização de métodos alternativos. Notaram-se pontos de armaduras expostas e em processo de corrosão da laje de cobertura dos barriletes. Além disso, o Bloco A é o único que possui registro de água para uso do corpo de bombeiros, sendo que a partir dele sai tubulações para a alimentação dos outros Blocos. É o único também que possui uma válvula boia elétrica (ligada diretamente à cisterna), pois os reservatórios dos outros Blocos recebem água por vasos comunicantes. As anomalias descritas podem ser observadas conforme as imagens 4.21 ao 4.31:



Figura 4.19 – 4.20 – Flanges e registros em processo de deterioração – Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.21 – Ladrão cortado e armaduras expostas – Bloco A.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.22 - 4.23 – Flanges e registros em processo de deterioração – Bloco B.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.24 - 4.25 – Furos nas tubulações e armaduras expostas – Bloco B.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

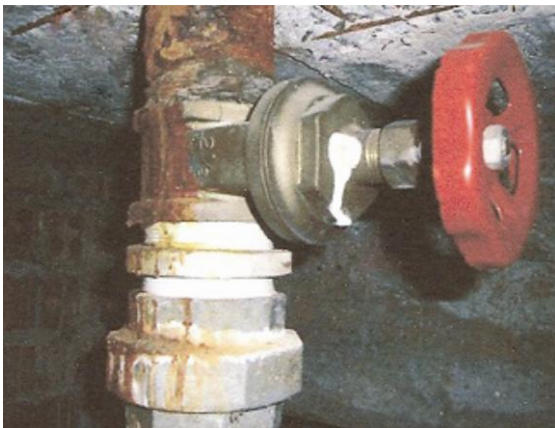


Figura 4.26 - 4.27 – Flanges e registros em processo de deterioração – Bloco C.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.28 - 4.29 – Ausência de flange e armaduras expostas – Bloco C.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

4.3 Cisterna

A cisterna está localizada junto a garagem dos pilotis. Foi possível identificar fissuras de descolamento entre a cisterna e a estrutura circundante. O acesso ao interior da cisterna é de extrema dificuldade. Pelos dutos de lixo do condomínio serem usados, mesmo sendo lei a proibição do uso dos mesmos, a região dos pilotis é muita suja e apresentam animais vetores de contaminação como ratos e baratas. A cisterna, por estar localizada nessa região, corre o risco iminente de contaminação.

Durante a inspeção, observou-se que a cisterna aparenta possuir um sistema de impermeabilização tipo flexível, por manta asfáltica. Esse sistema encontra-se quase totalmente deteriorado além de encontrar-se sujo. Foi possível identificar focos de infiltração e pontos de corrosão na laje de cobertura e nos coralinhos de acesso ao interior das cisternas. Há corrosão também na parede externa da cisterna.

Há um sistema de captação de água por drenagem do solo ao lado e acima da cisterna. Esse sistema não tem vazão para um ralo ou um escoamento devido, sendo que quando há grandes volumes em boas condições. As anomalias descritas podem ser observadas conforme as imagens 4.33 ao 4.39:



Figura 4.30 - 4.31 – Fissuras de deslocamento.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

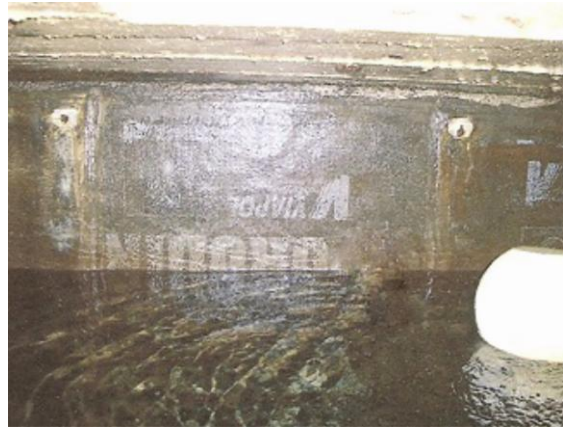


Figura 4.32 - 4.33 – Extrema deterioração da manta asfáltica.
Fonte: Acervo pessoal (2014).



Figura 4.34 - 4.35 – Corrosão interna e externa da cisterna.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

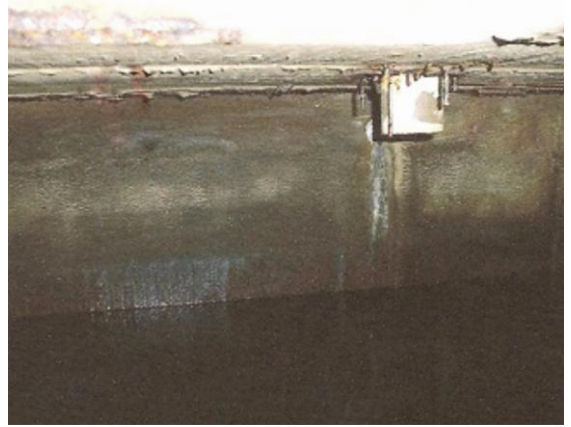


Figura 4.36 - 4.37 – Corrosão.
Fonte: Acervo pessoal (2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um estudo de caso referente a reservatórios de água, visando a identificação das patologias recorrentes na estrutura através da análise de três caixas de água elevada e uma cisterna em um condomínio residencial unifamiliar.

Assim, abaixo, estão apresentadas as principais patologias incidentes nos reservatórios, conforme tabela 01:

Tabela 5.1 – Resumo em percentual (%) de patologias encontradas no objeto de estudo.

SINTOMATOLOGIAS		BLOCOS			CISTERNA
		A	B	C	
CORROSÃO	ESTRUTURA DE CONCRETO	20%	25%	28%	26%
	TUBULAÇÃO	96%	98%	98%	92%
DESPLACAMENTO		25%	22%	23%	11%
EFLORESCÊNCIA		12%	11%	11%	13%
FISSURAS		18%	15%	16%	19%
TRINCAS		1%	1%	1%	5%
MANTA ASFÁLTICA DETERIORADA	INTERIOR DO RESERVATÓRIO	86%	88%	86%	89%
	LAJE DE COBERTURA	95%	96%	99%	92%

Enfim, o Condomínio se encontra em processo de deterioração, necessitando de alguns processos de manutenção corretivos, sugere-se a realização de um “Laudo Completo” – Projeto de Manutenção.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

É de grande importância a continuação de novas pesquisas com relação à recuperação e materiais específicos para reservatórios de água, pode-se fazer um trabalho voltado à recuperação de reservatórios elevados. Sendo esse o objeto de estudo da Tecnóloga Karen Emanuelle Dirksen, abordado na monografia RECUPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA EXECUTADO EM CONCRETO ARMADO EM CONDOMÍNIO UNIFAMILIAR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____ – **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto**, São Paulo, 2003.

_____ – **NBR 12655 – Concreto – Preparo, controle e recebimento**, São Paulo, 1995.

_____ – **NM 137 – Argamassa e concreto - Água de amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento Portland**, São Paulo, 1997.

AHMAD, S. Reinforcement corrosion in concrete structures, its monitoring and service life prediction— a review. **Cement & Concrete Composites**, 25. 2003.

ANDRADE, M. C., **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**, Ed. Pini, 1ª edição, São Paulo, 1992.

ANDRADE, J., DAL MOLIN, D., **Probabilistic concepts in service life prediction of reinforced concrete structures inserted in saline environments**, II Workshop sobre Durabilidade das Construções, São José dos Campos, 2001.

CÁNOVAS, MANUEL FERNÁNDEZ. **Patologia e terapia do concreto armado**. 1. Ed. São Paulo:Pini, 1988.522 p.

COUTINHO, A.S., GONÇALVES, A., **Fabrico e Propriedades do Betão**, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Vol. III, Lisboa, 1994..

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. Porto Alegre. 1988. 196 p.

DIRCKSEN, KAREN EMANUELLE. **Monografia, Recuperação de reservatório de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar – Estudo de caso**. Curitiba. 2014.

FIGUEIREDO, E.P., **Concreto – Ensino, Pesquisa e Realizações**, in ISAIA, G. C., São Paulo, IBRACON, 2005.

HELENE, P. R. L. **Manual Prático para Reparo e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. Tradução de Paulo Helene *et al.* 1. Ed. São Paulo, PINI, 1994. 580p.

MONGE, C. A. **A impermeabilização em obras subterrâneas**. Recuperar: Revista do Instituto de Patologia da Construção, Rio de Janeiro, Ano 9, n. 45, p. 15-20, Jan/fev. 2002.

NEVILLE, A. M., **Propriedades do concreto**, Ed. Pini, 1ª Edição, São Paulo, 1982.

SABBAG, F. A., **Verificação da existência de reação álcali-agregado no concreto da uhe de Mascarenhas**. Dissertação de mestrado. 2003. 119 p.

RASHEEDUZZAFAR, S. **Influence of cement composition on concrete durability.** ACI Materials Journal, v.89, n.6, 1992.

RODOLPHO, P.M., ISA, M.M. **A Influência da Resistência à Penetração de Cloretos e da Carbonatação na Durabilidade das Construções de Microconcreto.** In: CONGRESO DE CONTROL DE CALIDAD, 7., 1999, Montevideo. Anais... Montevideo, 1999.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1998. 253p.

GLOSSÁRIO

Adensamento – Processo manual ou mecânico para compactar uma mistura de concreto no estado fresco, com intuito de eliminar vazios internos da mistura (bolhas de ar) ou facilitar a acomodação do concreto no interior das fôrmas.

Apicoamento - Processo manual ou mecânico que utiliza o picão, ferramenta própria para desgastar pedras, através de impactos. Confere um aspecto furadinho ou poroso de textura uniforme. Aconselhado para áreas externas

Agregados - Materiais granulares (brita, areia, etc.) que são unidas pela pasta de cimento no preparo do concreto.

Amostra de concreto - Volume de concreto retirado do lote com o objetivo de fornecer informações, mediante realização de ensaios, sobre a conformidade desse lote para fins de aceitação.

ACI – “American Concrete Institute” - Instituto Americano de Concreto.

Barrilete - tubulação que se origina de um reservatório superior e que possui a função de alimentar todos os ramais prediais através das suas colunas de distribuição.

Cimento Portland – Material pulverulento obtido do processamento do calcário, mais argila e gesso.

Concreto endurecido - Concreto que se encontra no estado sólido e que desenvolveu resistência mecânica.

Concreto fresco - Concreto que está completamente misturado e que ainda se encontra em estado plástico, capaz de ser adensado por um método escolhido.

Corpo de prova - Amostra do concreto endurecida, especialmente preparada para testar propriedades como: resistência à compressão, módulo de elasticidade, etc.

Cura - Procedimentos para a manutenção das condições favoráveis de umidade e temperatura nas primeiras idades do concreto, que possibilitam o desenvolvimento de sua resistência e de outras propriedades.

Dosagem - Estabelecer as quantidades ótimas dos componentes do concreto para atender a determinadas características ou propriedades pré-estabelecidas.

Durabilidade – É o parâmetro que relaciona a aplicação das características da deterioração do material do concreto e dos sistemas estruturais, a uma determinada construção,

individualizando-a através da avaliação da resposta que será dada aos efeitos da agressividade do ambiente.

Fator água/cimento – Relação entre a quantidade de água e de cimento expresso num determinado traço; é o fator preponderante para definir a resistência de um concreto (Lei de Abrams).

Fissuração - São pequenas rupturas que aparecem no concreto que podem ser provocadas por atuação de cargas ou por retração, devido à rápida evaporação da água.

Flanges - elemento que une dois componentes de um sistema de tubulações, permitindo ser desmontado sem operações destrutivas. Os flanges são montados em pares e geralmente unidos por parafusos, mantida a superfície de contato entre dois flanges sob força de compressão, a fim de vedar a conexão. Principalmente em tubulações de seção transversal circular, os flanges normalmente levam características geométricas e de resistência padronizadas por normas. Isto torna compatíveis e permite conectarem-se facilmente tubos e diversos tipos de equipamentos e válvulas, mesmo sendo de fabricantes distintos.

NBR – Norma Brasileira.

Patologia - É um dos campos da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, conseqüências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas, e a recuperação.

Pedra britada (Brita) - Material pétreo obtido por trituração de rocha e classificado segundo a sua granulometria.

Pega – Fenômeno físico/químico, aonde a pasta vai perdendo plasticidade, ganhando viscosidade e resistência num processo de endurecimento e é medido pela resistência à penetração ou deformação em ensaios padronizados.

Permeabilidade - É definida como a facilidade com que um fluido pode escoar através de um sólido.

Pilotis: Colunas ou pilares estruturais que sustentam uma construção, deixando livre o pavimento térreo.

Porosidade - É a propriedade que tem a matéria de não ser contínua, havendo espaços vazios

Resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) - Esforço resistido pelo concreto, estimado pela ruptura de corpos de prova cilíndricos em prensas especiais.

Stand pipe - reservatório elevado com a estrutura de elevação embutida de modo a manter contínua o perímetro da secção transversal da edificação.

Traço - Especificamente em relação a misturas compostas de cimento portland ou outro tipo de aglomerante, é a forma de exprimir a proporção ideal entre os componentes dessas misturas.

Tempo de início de pega – É o intervalo decorrido entre o instante em que se deu contato do cimento com a água e o instante em que se constatou o início de pega.

Tempo de fim de pega – É o intervalo decorrido entre o instante em que se deu o contato do cimento com a água e o instante em que se constatou o fim de pega.

Vida útil – É o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as atribuições para qual ela foi projetada, sem a necessidade de intervenções que não foram previstas.