

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO NASCIMENTO CARDOSO DE MENEZES

**INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS
EM PISCINAS: UM ESTUDO DE CASO**

**FLORIANÓPOLIS
2023**

GUSTAVO NASCIMENTO CARDOSO DE MENEZES

INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS EM
PISCINAS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao curso de Engenharia Civil do
Centro Tecnológico da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito
para a obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wellington L. Repette

FLORIANÓPOLIS
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Menezes, Gustavo Nascimento Cardoso de
Investigação e análise das manifestações patológicas típicas em piscinas: um estudo de caso / Gustavo Nascimento Cardoso de Menezes ; orientador, Wellington Longuini Repette, 2023.
81 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Piscinas. 3. Investigação e análise de manifestações patológicas. 4. Patologia. I. Repette, Wellington Longuini. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

GUSTAVO NASCIMENTO CARDOSO DE MENEZES

INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS EM
PISCINAS: UM ESTUDO DE CASO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo curso de
Engenharia Civil.

Florianópolis, 23 de junho de 2023

Prof.^a Liane Ramos da Silva,
Dra. Coordenadora do Curso

Banca examinadora:

Prof. Wellington L. Repette, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rafael Augusto dos Reis Higashi, PhD.

Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Mateus Vinicius Bavaresco, PhD.

Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A presente monografia aborda a importância da Engenharia Civil na concepção, construção, acompanhamento e avaliação de obras de piscinas, destacando a expressiva demanda por esses espaços no Brasil e a necessidade de uma abordagem adequada na construção e manutenção destas. Com isso, o estudo possui como objetivo geral disseminar informações sobre as anomalias mais comuns nessas construções, compreender a evolução dos problemas ao longo do tempo e adotar medidas preventivas ou corretivas, utilizando-se de objetivos específicos como dissertar acerca da manutenção e reparo, apresentando metodologias para investigar e analisar anomalias construtivas para lograr com satisfação o objetivo proposto. Este trabalho aborda as principais manifestações patológicas em piscinas, sistematizando-as conforme suas características construtivas e descrevendo as suas principais causas e origens. Além disso, este trabalho apresenta também uma metodologia de investigação destas manifestações com o intuito de obter informações para executar uma correta análise dessas anomalias, para apontar os riscos e prioridades trazidos por problemas patológicos na construção civil. Ademais, a metodologia ainda compreende um estudo de caso exemplificando essa análise das manifestações patológicas em piscinas. Dessa forma, o trabalho de conclusão de curso se findou avaliando os métodos de análise abordados e sugerindo a realização de futuras pesquisas na área da patologia na construção civil.

Palavras-chave: Piscinas; manifestações patológicas; investigação e análise de anomalias.

ABSTRACT

This monograph addresses the importance of Civil Engineering in the design, construction, monitoring, and evaluation of swimming pool projects, highlighting the significant demand for these spaces in Brazil and the need for an appropriate approach in their construction and maintenance. Therefore, the study aims to disseminate information about the most common anomalies in these constructions, understand the evolution of problems over time, and adopt preventive or corrective measures. Specific objectives include discussing maintenance and repair, presenting methodologies to investigate and analyze construction anomalies in order to achieve the proposed objective satisfactorily. This work addresses the main pathological manifestations in swimming pools, systematizing them according to their construction characteristics and describing their main causes and origins. Furthermore, this research also presents a methodology for investigating these manifestations with the aim of obtaining information to perform a proper analysis of these anomalies, to identify the risks and priorities brought by pathological problems in civil construction. Additionally, the methodology includes a case study exemplifying the analysis of pathological manifestations in swimming pools. Thus, the research concludes by evaluating the analysis methods discussed and suggesting further research in the field of pathology in civil construction.

Keywords: Swimming pools; pathological manifestations; investigation and analysis of anomalies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Regra de Sitter	14
Figura 02 – Corte esquemático de piscina de concreto até a fase de lastro	22
Figura 03 – Corte esquemático de piscina de concreto até a fase de impermeabilização	23
Figura 04 – Corte esquemático de piscina de concreto	23
Figura 05 – Corte esquemático de uma piscina de alvenaria até a fase de armação dos pilares	25
Figura 06 – Corte esquemático de uma piscina de alvenaria na fase estrutural	25
Figura 07 - Corte esquemático de uma piscina de alvenaria	26
Figura 08 - Corte esquemático de uma piscina de vinil	27
Figura 09 - Corte esquemático de uma piscina de fibra de vidro	28
Figura 10 - Impermeabilização de piscina com argamassa polimérica	31
Figura 11 - Esquema de Impermeabilização para pressão negativa e positiva	33
Figura 12 - Esforços em uma piscina enterrada	34
Figura 13 - Processo de fissuração por pressão hidrostática excessiva	37
Figura 14 – Processo de fissuração por recalque da estrutura	37
Figura 15 – Deslocamento por perda de aderência com o substrato	38
Figura 16 – Deslocamento por perda de aderência com a argamassa	38
Figura 17 – Descolamento cerâmico devido à entrada de umidade do meio externo	39
Figura 18 – Fundo de piscina apresentando falha no rejunte	40
Figura 19 – Esquema de uma junta de movimentação	41
Figura 20 – Eflorescência no revestimento de piscina	41
Figura 21 – Corrosão da armadura na estrutura de uma piscina	43
Figura 22 – Rasgo em revestimento de vinil	44
Figura 23 – Enrugamento do revestimento de vinil	45
Figura 24 – Descoloração do revestimento abaixo do nível da água	46
Figura 25 – Descoloração do revestimento acima do nível da água	46
Figura 26 – Manchas de origem inorgânica em piscina de fibra	47
Figura 27 – Manchas de origem orgânica em piscina de fibra	48
Figura 28 – Processo da formação de bolhas em piscinas de vidro	48
Figura 29 – Bolhas na superfície do revestimento de fibra de vidro	49

Figura 30 – Rachadura em piscina de fibra de vidro	49
Figura 31 – Descoloração do revestimento de fibra de vidro	50
Figura 32 – Curva de degradação	52
Figura 33 – Ilustração da dependência temporal do conhecimento	54
Figura 34 – Estrutura de uma investigação de problemas patológicos	56
Figura 35 – Imagem de satélite do objeto de estudo	61
Figura 36 – Imagem de drone da piscina e sua ambientação	62
Figura 37 – Vista superior da piscina	63
Figura 38 – Vista lateral da piscina	64
Figura 39 – Fissura horizontal na face oeste da piscina	65
Figura 40 – Fissura horizontal na face leste da piscina	65
Figura 41 – Fissura horizontal no encontro da face leste com a sul	65
Figura 42 – Comparação de tamanho da fissura com uma caneta	66
Figura 43 – Pastilhas cerâmicas deslocadas	66
Figura 44 – Degradação do rejunte abaixo do nível de água	67
Figura 45 – Rejunte totalmente degradado no interior da piscina	67
Figura 46 – Eflorescência aflorando pelas juntas de assentamento	68
Figura 47 – Fissura inclinada no lado direito da face sul da estrutura do deck da piscina	68
Figura 48 – Fissura inclinada no lado esquerdo da face sul da estrutura do deck da piscina	69
Figura 49 – Afundamento do deck da piscina	69
Figura 50 – Fissura com 1mm de abertura	70
Figura 51 – Fissura com 2 mm de abertura	70
Figura 52 – Monitoramento de trinca	71
Figura 53 – Piscina com 2 mecanismos de dissolução de cloro na água	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – VUP de sistemas de impermeabilização	29
Tabela 02 – Classificação das aberturas	36
Tabela 03 – Classificação de estado aparente de desempenho	59
Tabela 04 – Matriz GUT	60
Tabela 05 – Modelo matriz GUT	60
Tabela 06 – Análise risco e prioridades	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Anomalias comuns em piscinas com estrutura de concreto ou alvenaria	51
Quadro 02 – Anomalias comuns em piscinas com revestimento cerâmico	51
Quadro 03 – Anomalias comuns em piscinas com revestimento vinílico	51
Quadro 04 – Anomalias comuns em piscinas de fibra de vidro	52
Quadro 05 – Diagnóstico das anomalias	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
1.4 METODOLOGIA	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 INTRODUÇÃO À PATOLOGIA	17
2.1.1 Conceitos	18
2.2 TIPOS DE PISCINAS	21
2.2.1 Piscinas de Concreto Armado	21
<i>2.2.1.1 Execução de uma piscina de concreto armado</i>	<i>22</i>
2.2.2 Piscinas de Alvenaria	24
<i>2.2.2.1 Execução de uma piscina de alvenaria</i>	<i>24</i>
2.2.3 Piscinas de Vinil	26
<i>2.2.3.1 Execução de uma piscina de vinil</i>	<i>26</i>
2.2.4 Piscinas de Fibra	27
<i>2.2.3.1 Execução de uma piscina de fibra de vidro</i>	<i>28</i>
2.3 IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS	29
2.3.1 Métodos de impermeabilização em piscinas	30
<i>2.3.1.1 Impermeabilização Rígida</i>	<i>30</i>
<i>2.3.1.2 Impermeabilização Flexível</i>	<i>31</i>
<i>2.3.1.3 Impermeabilização Em Pressão Hidrostática Positiva e Negativa</i>	<i>33</i>
2.4 PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICOS DA ÁGUA DE PISCINAS	34
2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS EM PISCINAS	35
2.5.1 Fissuras	36
2.5.2 Deslocamento do Revestimento Cerâmico	38
2.5.3 Falha nas Juntas	40
2.5.4 Eflorescências	41
2.5.5 Vazamentos	42
2.5.6 Corrosão das Armaduras	42
2.5.7 Problemas no Revestimento Vinílico	43

2.5.8 Problemas no Revestimento de Fibra de Vidro	47
2.5.9 Quadros Resumo	50
2.6 MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO	52
2.7 INVESTIGAÇÃO	55
2.8 ANÁLISE DE RISCO E PRIORIDADES	58
3 ESTUDO DE CASO	60
3.1 OBJETO DE ESTUDO	61
3.1.1 Caracterização da geografia e do ambiente da região	61
3.1.2 Características construtivas	62
3.2 INSPEÇÃO	64
3.2.1 Detecção das anomalias	64
3.2.2 Indícios e Ensaios	68
3.3 DIAGNÓSTICOS	72
3.4 ANÁLISE DE RISCO E PRIORIDADES DO CASO	73
3.5 PROPOSTA DE SOLUÇÕES	74
4 CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil possui como alguns dos seus objetivos a concepção, construção, acompanhamento e a avaliação de obras que devem promover o bem-estar e conforto dos usuários. Assim, é preciso assegurar que esses ambientes construídos sejam mantidos de forma adequada, garantindo a sua durabilidade, estabilidade e segurança.

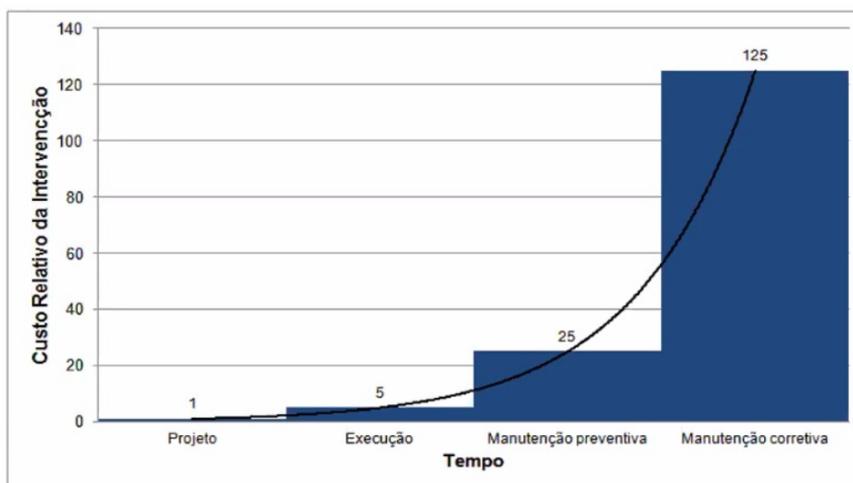
1.1 JUSTIFICATIVA

No Brasil, há uma expressiva procura por espaços destinados ao lazer e entretenimento aquático, tanto em residências quanto em estabelecimentos comerciais. Segundo dados fornecidos pela Associação Nacional das Empresas e Profissionais de Piscinas (ANAPP), o Brasil ocupa a segunda posição mundial em quantidade de piscinas. Essa destacada posição destaca a importância do setor de piscinas no país e ressalta a necessidade de uma abordagem apropriada no que diz respeito à construção e manutenção desses ambientes.

De acordo com o CREA-PR, a piscina é considerada uma obra de natureza complexa, uma vez que irregularidades na sua construção podem ocasionar vazamentos, rompimentos, e até afetar outras estruturas próximas. É importante ressaltar que tais problemas representam desafios significativos para as manutenções de reparo, demandando gastos financeiros consideráveis (CREA-PR, 2013).

Segundo Lima (2013) a umidade é o principal responsável pelos problemas encontrados nas edificações, aparecendo como o agente causador de 37% a 50% das manifestações patológicas. Como qualquer construção e, principalmente, por estar diretamente ligada à água e suas substâncias dissolvidas, as piscinas estão comumente atreladas ao aparecimento dessas manifestações.

Sitter (1984) demonstra em sua conhecida “Regra de Sitter” ou “lei dos 5” que o custo com intervenções em estruturas de concreto tem uma tendência de progressão de acordo com a fase e idade da edificação, conforme observamos no gráfico da Figura 01. Sitter expõe que a manutenção com o objetivo de prevenir um problema custa 5 vezes menos que uma manutenção corretiva.

Figura 01 – Regra de Sitter

Fonte: Sitter (1984).

De acordo com a norma brasileira de desempenho, a NBR 15575, o custo da correção de uma falha, incluindo a correção de outros subsistemas ou elementos afetados, como a reparação de uma impermeabilização inadequada em uma piscina, pode resultar na substituição de todo o revestimento de piso e paredes, sendo o custo final muito superior ao custo da própria impermeabilização inicial (ABNT 2022).

A partir dessas referências, torna-se evidente a necessidade de conhecimento e de uma devida preocupação com os tipos de problemas patológicos que uma construção diretamente ligada à água pode enfrentar. Sendo assim, este trabalho vai abordar de maneira objetiva e fundamentada as principais patologias encontradas em piscinas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho abordará os problemas relacionados à patologia para casos em piscinas. Para isso, o objetivo geral do trabalho será analisar as causas e origens para as manifestações patológicas tipicamente presentes nas principais variações de piscinas, no intuito de contribuir com o entendimento dessas formas de deterioração, levando em consideração as características de cada tipo.

1.2.2 Objetivos Específicos

As consequências das manifestações patológicas vão além do espectro da construção, isso desenvolve, dentre outros problemas, desgaste com clientes, custos adicionais e podem até provocar processos jurídicos. Visto isso, faz parte do objetivo deste trabalho ir além da simples classificação e entendimento das manifestações patológicas em piscinas.

Dessa forma, o presente trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Abordar questões relacionadas à manutenção e reparo
- Apresentar metodologias para investigar e analisar as anomalias construtivas.
- Aplicar essas metodologias em um estudo de caso, buscando esclarecê-las e resolver o problema apresentado.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho se aprofundará nas anomalias que afetam os sistemas estruturais, de impermeabilização e revestimento das piscinas, dessa maneira os problemas em sistemas hidráulicos e elétricos não inseridos na pesquisa.

Com base nos dados disponíveis, foram identificadas as principais manifestações patológicas e realizada uma análise das suas causas e riscos. No entanto, é importante ressaltar que este estudo possui uma limitação significativa em relação à coleta de informações relevantes para a investigação e análise do estudo de caso, devido à restrição de tempo e recursos disponíveis, que impediram uma abrangência mais ampla de informações.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho de conclusão de curso baseou-se em uma abordagem de pesquisa bibliográfica. As fontes de informação utilizadas incluíram revistas científicas, artigos científicos, normas técnicas, manuais de fabricantes e informações de empresas especializadas na execução e manutenção de piscinas. A coleta de dados para a fundamentação foi realizada por meio da revisão da literatura disponível na internet.

O trabalho foi dividido em 2 fases distintas, assim, ao que cerne a primeira fase, essa consiste em conceituação e revisão bibliográfica, seguindo a respectiva métrica: a) Introdução à patologia e conceituação de termos importantes relacionados à patologia; b) Discussão dos principais tipos de piscinas encontrados no mercado, incluindo seus métodos de execução; c) Revisão de informações sobre os métodos de impermeabilização utilizados em piscinas; d) Investigação dos parâmetros químicos e físicos da água da piscina; e) Estudo da ocorrência das principais manifestações patológicas em piscinas, abordando as suas causas e origem; f) Discussão em torno da sistematização de manutenções e reparos; g) Estudo do processo de diagnóstico de anomalias construtivas e h) Abordagem da avaliação de risco associado às manifestações patológicas e estabelecimento de critérios para priorização das intervenções.

Por sua vez, a segunda fase foi constituída como estudo de caso e conclusão, sendo essa construída a partir dos seguintes passos: a) Realização de um estudo de caso que exemplifica a análise das manifestações patológicas em piscinas, abordando os aspectos discutidos ao longo do trabalho; e b) Conclusão do trabalho com observações em relação às metodologias abordadas e considerações para futuras pesquisas na área.

O estudo adotou uma abordagem qualitativa, com a utilização de informações provenientes de fontes confiáveis e reconhecidas no campo de estudo e no mercado. Os dados foram coletados por meio de uma revisão sistemática da literatura disponível, seguida de uma análise crítica das informações relevantes.

Essa abordagem metodológica possibilitou uma análise rica das manifestações patológicas em piscinas, que abrange a identificação, diagnóstico, prognóstico, intervenção e avaliação de riscos. O estudo de caso realizado permitiu uma aplicação prática dos conceitos discutidos, reforçando a importância e a aplicabilidade do que foi discutido ao longo do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INTRODUÇÃO À PATOLOGIA

Segundo Andrade (1997), entender a Patologia nas Construções é fundamental por duas razões principais: em primeiro lugar, para disseminar informações sobre as anomalias mais comuns que ocorrem em construções; em segundo lugar, para compreender a evolução dos problemas ao longo do tempo, além disso, também contribui para uma compreensão mais abrangente de cada etapa do processo de construção, permitindo que sejam adotadas medidas preventivas ou corretivas (IOSHIMOTO, 1988 apud FRANCO; NIEDERMEYER, 2017).

O termo "patologia" origina-se do grego ("pathos" = sofrimento, doença; "logia" = estudo), podendo ser interpretado como o estudo da doença, sendo assim, esta palavra é habitualmente utilizada na ciência médica, sendo o ramo que estuda as alterações morfológicas e fisiológicas dos estados de saúde de uma pessoa. Paralelamente a esse uso do termo patologia, ela também se apresenta de forma contundente nas pesquisas relacionadas à construção civil, sendo compreendida como o estudo das doenças das edificações. Consoante a isso, de acordo com Bill Porteous apud Freitas (2013), a Patologia das Construções é indiscutivelmente tão útil para a ciência das edificações como a Patologia Médica é para a prática da medicina.

A troca de terminologias entre esses dois campos tradicionais de estudo - a construção civil e a medicina - decorre das semelhanças entre os objetos de estudo, que são a edificação e o ser humano. É possível estabelecer uma analogia e compreender que o esqueleto humano se assemelha à estrutura de um edifício, a musculatura humana aos sistemas de vedação, a pele com os revestimentos, o sistema circulatório e nervoso com as instalações elétricas e hidrossanitárias e os medicamentos receitados aos métodos de recuperação por meio de reparos (FRANÇA, 2011).

Essa prática, cada vez mais popular, da pesquisa em patologia, traz consigo benefícios cruciais para aprimorar o conhecimento aplicado na construção civil. Conforme Freitas (2021), a difusão dessa ciência fornece os seguintes ganhos para a comunidade:

- a) Uma abordagem científica sistemática para descobrir o que deu errado em uma falha no desempenho de uma construção;
- b) Uma amostragem de casos grande o suficiente para revelar padrões de falha de construção, identificando as características comuns de construções que falharam;
- c) Reunião de casos e evidências convincentes, pois envolvem edifícios que foram realmente construídos e estão sendo testados em um ambiente do mundo real durante sua operação.

2.1.1 Conceitos

- Desempenho:

O desempenho de uma edificação pode ser entendido como o seu comportamento em uso ao longo de sua vida útil (BLECHERE, 1969 apud BORGES, 2008). A aplicabilidade prática, ou seja, qual o desempenho se pretende obter para as edificações ao longo de uma vida útil desejada, parte de uma busca pela racionalização e industrialização dos sistemas construtivos, redução de custos e inovação tecnológica (BORGES, 2008).

Usualmente, as manifestações patológicas estão associadas à degradação estrutural, ou seja, a perda de desempenho, pois estão diretamente relacionadas a danos e falhas construtivas da estrutura ao longo do tempo (CARMO, 2003 apud NOVAES, 2021).

- Durabilidade:

A norma brasileira que discute acerca do desempenho de edificações, a NBR 15.575 (ABNT, 2022) afirma que a durabilidade de uma construção é definida como a capacidade de desempenhar sua função ao longo do tempo, levando em consideração o uso e a manutenção adequados. Ela está relacionada à capacidade

das construções na conservação das suas propriedades de resistência e funcionalidade no período de vida útil previsto (HELENE, 2004 apud NOVAES 2021).

- Vida útil de projeto (VUP):

Segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2022) a VUP é o período de tempo previsto para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos em norma.

- Manifestações patológicas:

As manifestações patológicas são os problemas que podem ser encontrados nas construções, ou seja, as formas de deterioração encontradas ao longo da execução e do uso das edificações. Existe um usual engano no uso da palavra patologia, tanto no meio leigo quanto no técnico, onde, comumente se ouve o emprego dessa palavra para circunstâncias onde o correto seria a utilização do termo “manifestação patológica”. Como posto anteriormente, a patologia trata-se de um termo muito mais amplo, sendo uma ciência que estuda os mecanismos e as causas de degradação nos sistemas das construções (FRANÇA, 2011).

- Origem:

A origem da manifestação patológica é definida como o ponto de partida onde ocorreu o surgimento do problema na estrutura, podendo ter ocorrido durante qualquer uma das etapas do processo construtivo, como planejamento, execução, seleção de materiais ou até mesmo durante a utilização da edificação (HELENE, 1992 apud NOVAES 2021).

- Causa:

É aquela responsável por desencadear a manifestação patológica. Está relacionada ao agente causador da manifestação patológica, como a infiltração por fissuras, sobrecarga da estrutura, agentes agressivos, porosidade, entre outros (FRANÇA, 2011).

- Agentes causadores:

São os fenômenos intervenientes que causam o problema (um problema de umidade pode possuir a chuva como agente causador) (CREMONINI, 1988).

- Mecanismo de degradação:

Trata-se da forma como a degradação é instalada e como ela evolui, referindo-se às causas físico-mecânicas e físico-químicas que levam ao surgimento de problemas como fissuras, descolamentos e infiltrações (FRANÇA, 2011).

- Diagnóstico:

É a descrição do problema existente, com o objetivo de esclarecer suas causas e origem, mecanismos de degradação e as suas complicações, ou seja, trata-se da identificação e análise de anomalias e falhas construtivas.

- Engenharia diagnóstica:

É uma disciplina de investigações técnicas para determinar o diagnóstico de anomalias e o nível de desempenho de edificações, visando aprimorar a qualidade ou apurar responsabilidades (GOMIDE, 2021)

- Terapia:

É compreendida como a ação corretiva para solucionar as anomalias identificadas na estrutura. Pode ser realizada por meio de reforço, reparo, reconstrução, entre outros (FRANÇA, 2011).

- Manutenção:

É o conjunto de atividades necessárias para que um desempenho satisfatório seja mantido ao longo do tempo, ou seja, rotinas de ações que prolonguem a vida útil do objeto (SOUZA e RIPPER, 2009).

2.2 TIPOS DE PISCINAS

As piscinas são estruturas construídas para conter água e proporcionar um ambiente de lazer, prática de esportes e recreação para as pessoas. Suas características variam de acordo com o seu tipo e materiais envolvidos. Os sistemas construtivos utilizados na construção de piscinas são: concreto armado, alvenaria estrutural, fibra de vidro, vinil, concreto pré-moldado, manta armada de PVC, além da argamassa armada. (TÉCHNE, 2002 apud FLORES, 2016). Sendo os 4 primeiros os sistemas mais utilizados e, portanto, os abordados neste trabalho.

Neste tópico, vamos explorar os principais tipos de piscinas disponíveis no mercado e detalhar suas características construtivas, no intuito de contextualizar a ocorrência das manifestações patológicas nestes elementos. As informações a seguir foram obtidas principalmente em plataformas online de empresas que realizam esse tipo de construções, e de institutos de educação.

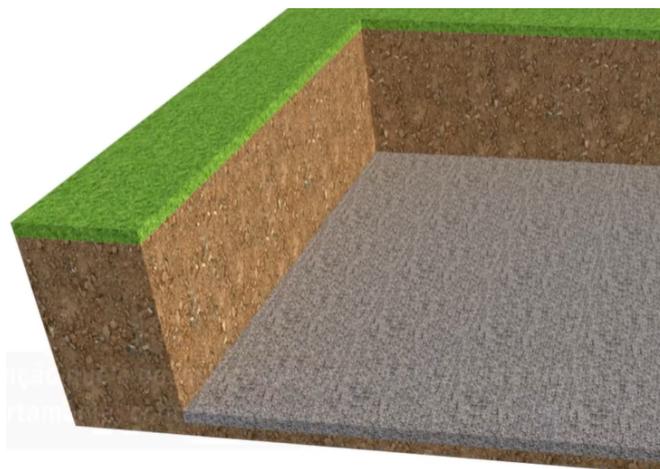
2.2.1 Piscinas de Concreto Armado

As piscinas de concreto são estruturas de piscina feitas a partir de moldes de concreto, projetados para resistir aos efeitos corrosivos da água e aos elementos do clima. Elas são duráveis, resistentes e podem ser personalizadas de acordo com as preferências do proprietário. Além disso, as piscinas de concreto são versáteis e podem ser projetadas em uma variedade de tamanhos e formas, permitindo que sejam adaptadas ao espaço disponível e ao estilo de vida do proprietário. No entanto, a construção de uma piscina de concreto é um processo complexo que requer habilidades especializadas, ferramentas e materiais específicos, bem como um tempo considerável para a conclusão (NAKAMURA, 2019).

2.2.1.1 Execução de uma piscina de concreto armado

A construção de uma piscina de concreto segue um processo rigoroso que envolve diversas etapas técnicas. O primeiro passo é a escavação do solo, que, na maioria das vezes, não requer uma execução de fundação separada, pois a própria piscina atua como uma caixa monolítica. No entanto, em casos especiais, o estaqueamento pode ser necessário em função da característica do solo e da dimensão da piscina. Em seguida, é realizada a nivelção e compactação do solo de fundação, seguida pela execução de uma camada de lastro de concreto magro, conforme Figura 02:

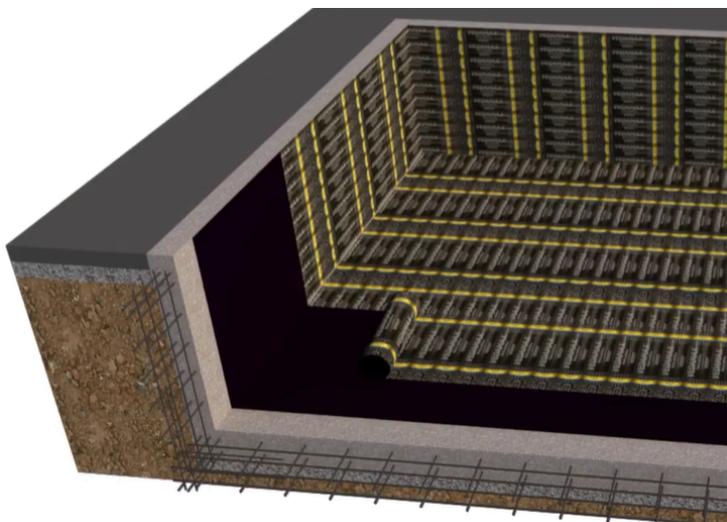
Figura 02 - Corte esquemático de piscina de concreto até a fase de lastro



Fonte: Instituto ATG (2021).

A próxima etapa envolve a colocação da armação inferior e superior da laje de fundo para absorver flexões positivas e negativas. É fundamental utilizar espaçadores para garantir o correto posicionamento das armaduras. Após isso, é feita a concretagem da laje de fundo. Em seguida, são colocadas as armações das paredes, seguidas pelas formas das paredes. As paredes são então concretadas e depois a superfície do concreto é regularizada, seguida pela aplicação de uma camada impermeabilizante, conforme a Figura 03, preferencialmente flexível como as mantas asfálticas, devido a suscetibilidade ao movimento da estrutura.

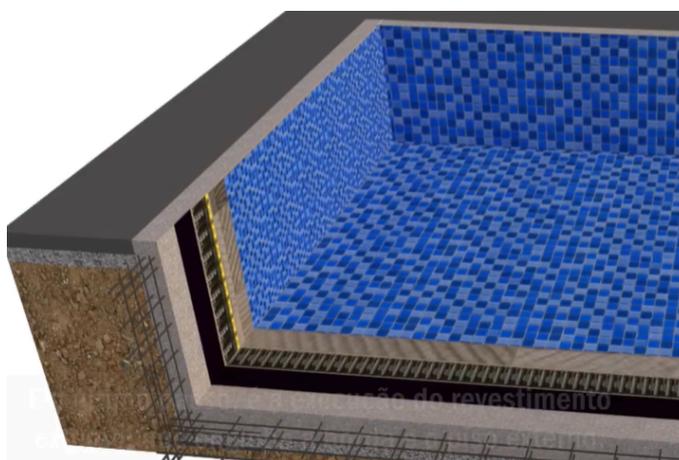
Figura 03 - Corte esquemático de piscina de concreto até a fase de impermeabilização



Fonte: Instituto ATG (2021).

Após a impermeabilização, é aplicada a argamassa de assentamento, sendo a AC-III a mais indicada devido à sua maior aderência. Em seguida, é feita a aplicação do revestimento interno da piscina, seguido pelo revestimento externo e borda da piscina, conforme Figura 04. A escolha do revestimento deve levar em conta fatores como a resistência química, durabilidade e estética (INSTITUTO ATG, 2021).

Figura 04 - Corte esquemático de piscina de concreto



Fonte: Instituto ATG (2021)

2.2.2 Piscinas de Alvenaria

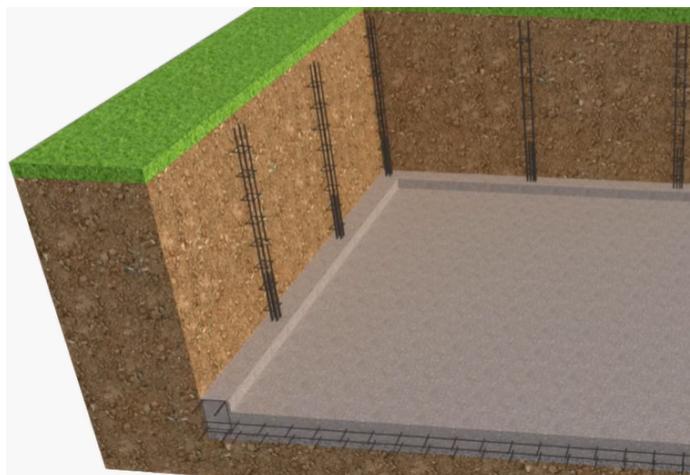
Tal qual as piscinas feitas de concreto armado, as piscinas de alvenaria também possuem uma alta versatilidade de execução, pois permitem a escolha de forma, tamanho e materiais de revestimento ainda na fase de projeto. São constituídas de materiais duráveis e resistentes, no entanto, possuem uma estrutura mais simples relacionada às de concreto armado e não comportam-se como uma estrutura monolítica, havendo mais probabilidade de resultar em fissuras e vazamentos. É relevante destacar que a construção de piscinas de alvenaria para posterior revestimento com azulejos não é regida por normas reconhecidas pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), tampouco existem cálculos estruturais específicos.

2.2.2.1 *Execução de uma piscina de alvenaria*

O primeiro passo para a execução da piscina de alvenaria também parte da escavação do solo, no entanto, comparada com as piscinas de concreto, é necessário um maior cuidado em relação à condição solo sobposto, pois sua estrutura é menos rígida e mais suscetível às consequências de recalques estruturais, portanto, para evitar esse problema, deve ser averiguada a fundação ideal para cada caso, podendo ser realizada principalmente com laje radier e baldrames ou a utilização de estacas e blocos se for necessário.

Após realizada a fundação, a estrutura parte da armação dos pilares, conforme demonstra a Figura 05.

Figura 05 - Corte esquemático de uma piscina de alvenaria até a fase de armação dos pilares



Fonte: Instituto ATG (2021).

Assim, a piscina é construída com a utilização de vigas e colunas para a sustentação e blocos de cimento para o preenchimento. É comum a utilização de grauteamento dos blocos para a formação dos pilares e vigas, conforme Figura 06 (Instituto ATG, 2021).

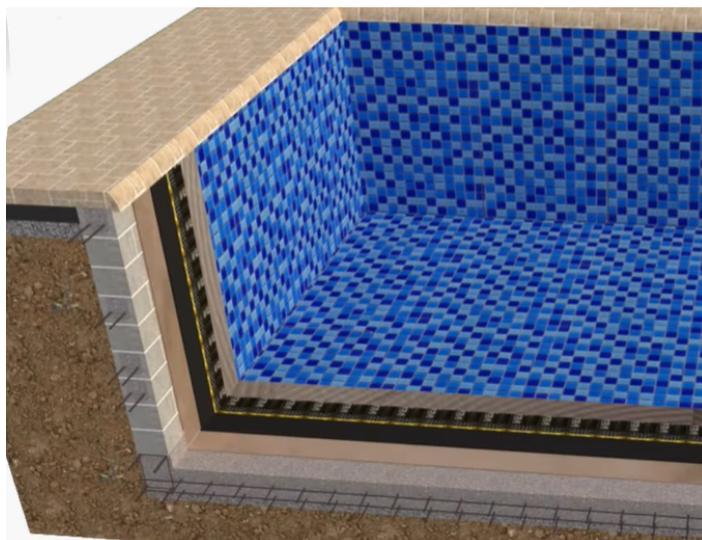
Figura 06 - Corte esquemático de uma piscina de alvenaria na fase estrutural



Fonte: Instituto ATG (2021).

Após a estrutura finalizada, os seguintes passos de regularização, impermeabilização e revestimento são executados de maneira semelhante às piscinas de concreto, como demonstra a Figura 07 (INSTITUTO ATG, 2021).

Figura 07 - Corte esquemático de uma piscina de alvenaria



Fonte: Instituto ATG (2021).

2.2.3 Piscinas de Vinil

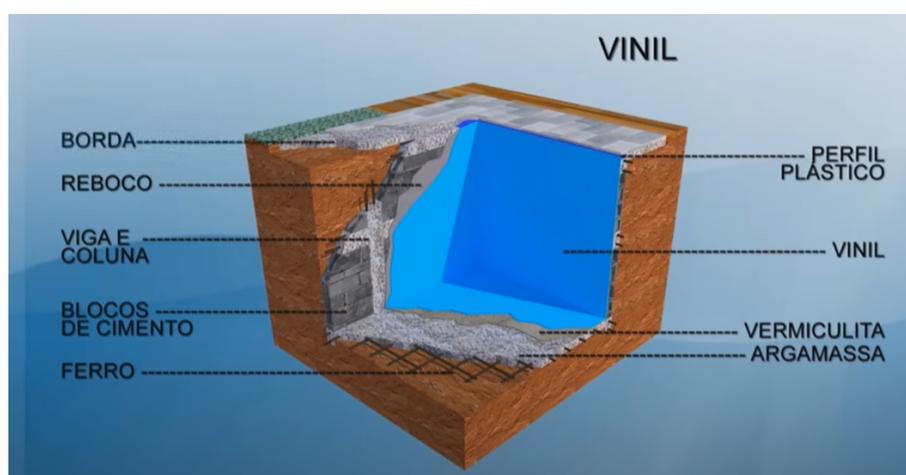
As piscinas de vinil são uma das opções mais populares no mercado. O vinil é um material altamente prático e versátil que pode ser utilizado como revestimento para piscinas de alvenaria e concreto em substituição aos tradicionais azulejos ou pastilhas. Sua instalação é mais rápida, econômica e de fácil manutenção, sendo uma opção vantajosa em termos de custo-benefício. Além disso, o vinil pode ser encontrado em diferentes cores e estampas, permitindo maior personalização da piscina. A utilização do vinil como revestimento para piscinas é uma alternativa moderna e eficiente para a construção de piscinas com boa relação custo-benefício (SIENGE, 2021).

2.2.3.1 Execução de uma piscina de vinil

As piscinas de vinil são construídas com uma estrutura de concreto ou alvenaria já detalhadas anteriormente, sobre a qual é instalado um revestimento com vermimanta ou vermiculita no fundo da estrutura, que são materiais recomendados para amortecer a pressão da água entre a manta vinílica e o piso da piscina para evitar rasgos no revestimento superficial de PVC flexível, conhecido como bolsão de vinil, que tem como objetivo a estanqueidade da água da piscina.

Esse bolsão é pré-confeccionado em fábrica, de acordo com as medidas e o formato da piscina, e posteriormente instalado no local da construção, conforme demonstra a Figura 8. O bolsão é fixado na estrutura da piscina por meio de uma borda de acabamento, que pode ser feita em diferentes materiais, como alumínio, concreto ou pedra. Além disso, a possibilidade de fissuras na estrutura não compromete o desempenho do vinil, sendo resistente às pequenas movimentações do solo (SODRAMAR, 2015).

Figura 08 - Corte esquemático de uma piscina de vinil



Fonte: Campestre Piscinas (2013).

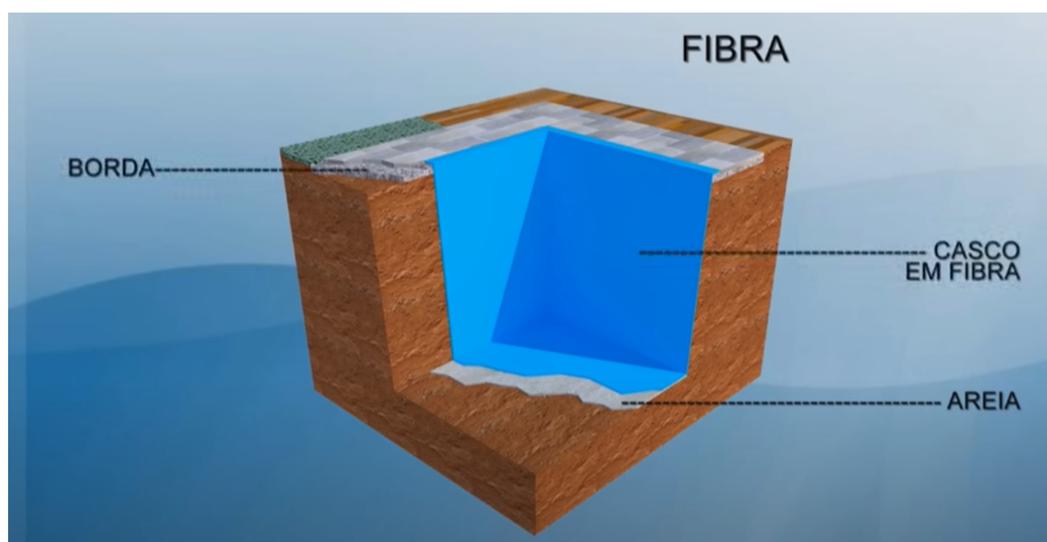
2.2.4 Piscinas de Fibra

As piscinas de fibra de vidro são produzidas em uma única peça, com revestimento de fibra de vidro, conferindo um material flexível e altamente resistente, com uma vida útil média de até 15 anos. Suas vantagens incluem a fácil manutenção, graças à superfície lisa do material, e a rapidez na produção e instalação do tanque, que pode ser concluída em até duas semanas. Além disso, como não há emendas ou junções, as perdas de água são reduzidas significativamente. No entanto, o mercado de piscinas de fibra de vidro oferece poucas opções de modelos, uma vez que as peças são pré-fabricadas e não podem ser personalizadas (RHEEM, 2020).

2.2.4.1 Execução de uma piscina de fibra de vidro

A execução de uma piscina de fibra de vidro começa com a escavação e preparação do solo, no formato predefinido da piscina e a confecção da base de concreto magro e areia ou cascalho. Depois, a piscina de fibra de vidro é posicionada no local, cuidadosamente nivelada e fixada na base. Por fim, o preenchimento lateral deve ser feito de acordo com a elevação do nível d'água (FONSECA, 2018), sua esquematização é disposta conforme Figura 9.

Figura 09 - Corte esquemático de uma piscina de fibra de vidro



Fonte: Campestre Piscinas (2013).

Os materiais dessas piscinas pré-fabricadas podem variar entre diferentes fabricantes e modelos de piscinas. No entanto, elas tipicamente possuem uma camada sólida que proporciona resistência e rigidez à piscina composta de fibra de vidro e resina, e uma camada externa de gelcoat, que tem a função de acabamento e pintura da superfície e de torná-la resistente a manchas e descoloração (POOL STAIN REMOVERS, 2022).

2.3 IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS

Seguindo as diretrizes da NBR 9575, entende-se que o sistema de impermeabilização consiste em um conjunto de produtos e serviços cuja finalidade é proporcionar estanqueidade às partes de uma edificação, ou seja, inibir o fluxo de água por entre os elementos da construção (ABNT, 2010).

A impermeabilização é um processo crucial na execução de piscinas. Ela é responsável por proteger a estrutura da piscina contra vazamentos e infiltrações de água, além de garantir a durabilidade e segurança da estrutura. Por isso, é importante que a impermeabilização seja feita de acordo com as normas e procedimentos existentes, garantindo a proteção das construções, por profissionais capacitados e com materiais de qualidade, a fim de garantir uma piscina segura e durável (ABNT, 2010). Se as proteções necessárias não forem devidamente planejadas ou executadas de forma inadequada, a camada impermeabilizante que deveria proporcionar estanqueidade irá se deteriorar com o passar do tempo, expondo os componentes da construção a agentes agressivos e reduzindo sua vida útil (LIMA, 2013), a qual, segundo a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2022) deve ser de no mínimo 20 anos, conforme indica a tabela 1.

Tabela 01 - VUP de sistemas de impermeabilização

Parte da edificação	Exemplos	VUP		
		anos		
		Mínimo	Médio	Superior
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos	<i>Componentes de juntas e rejuntamentos; mata juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate</i>	≥ 4	5	≥ 6
	Impermeabilização de caixa d'água. Jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não utilizáveis, calhas e outros	≥ 8	10	≥ 12
Impermeabilização manutenível somente com a quebra dos revestimentos	Impermeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem, etc..	≥ 20	25	≥ 30

Fonte: Adaptada de ABNT (2022)

Os sistemas construtivos devem ser capazes de suportar os impactos causados pelo clima, como variações de temperatura, condições químicas e biológicas adversas. Além disso, devem resistir a pressões hidrostáticas, percolação de água, umidade do solo e também ao ataque e danos causados pelas raízes das plantas. É importante que esses sistemas apresentem boas características, como aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânicas (RIBEIRO e SANTOS, 2021).

2.3.1 Métodos de impermeabilização em piscinas

Como mostrado anteriormente, na descrição acerca dos tipos de piscinas e seus métodos de execução, no caso das piscinas de fibra de vidro e de vinil, a impermeabilização já é feita na própria fabricação desses materiais, não necessitando de implementar um sistema de impermeabilização independente.

Os sistemas de impermeabilização são categorizados em diferentes classes devido à sua variedade de composição de elementos, funcionalidade, formas de concepção e técnicas de aplicação (RIBEIRO e SANTOS, 2021). A NBR 9574 classifica os sistemas de impermeabilização em rígidos ou flexíveis (ABNT, 2008), e a NBR 9575 classifica-os em impermeabilização cimentícia, asfáltica e polimérica. Esses sistemas devem atender aos requisitos estabelecidos pela NBR 9575 (ABNT, 2010), devendo evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, proteger os elementos e componentes construtivos expostos às condições climáticas, preservar o meio ambiente de agentes contaminantes e permitir o acesso à impermeabilização com intervenção mínima nos revestimentos sobrepostos a ela.

Diante disso, esse tópico abordará os sistemas de impermeabilização de acordo com sua classificação segundo a NBR 9574 e com a sua posição, discutindo suas características quando aplicados na execução de piscinas.

2.3.1.1 Impermeabilização Rígida

A impermeabilização rígida é feita com o uso de argamassas específicas ou aditivos para argamassas e concretos que diminuem a porosidade, que são aplicadas sobre a superfície da piscina formando uma camada sólida e resistente,

conforme Figura 10. É um método de aplicação fácil e rápida sendo largamente utilizado para ambientes internos como banheiros. Todavia, sua utilização em piscinas deve ser estudada com cautela, uma vez que esse sistema não desempenha bem quando submetido a movimentações, o que leva a sua exclusão em áreas expostas a grandes variações de temperatura (RIGHI, 2009).

Figura 10 - Impermeabilização de piscina com argamassa polimérica



Fonte: Impermundo (s.d)

São classificados pela ABNT NBR 9575 como impermeabilização rígida quando utilizam os seguintes materiais:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Argamassa modificada com polímero;
- Argamassa polimérica;
- Cimento cristalizante;
- Cimento modificado com polímero;
- Membrana epoxídica

2.3.1.2 Impermeabilização Flexível

A técnica de impermeabilização flexível consiste no uso de materiais como mantas asfálticas, membranas de asfalto ou de PVC e borrachas sintéticas, que

formam uma camada protetora adaptável às formas da piscina. Esse método é especialmente indicado para piscinas de alvenaria e concreto sujeitas à fissuração.

O conjunto de materiais e produtos, indicados para aplicação nas partes construtivas sujeitas à fissuração, compreendidos nesta categoria de sistema de impermeabilização e podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas e chamadas de mantas (RIGHI, 2009).

De acordo com Stahlberg (2010), os materiais utilizados nos sistemas de impermeabilização apresentam diferentes níveis de flexibilidade, sendo aplicados de acordo com as especificidades e necessidades de cada projeto (STAHLBERG, 2010 apud RIBEIRO; SANTOS, 2021). Esses materiais são classificados e divididos em categorias de flexíveis e semi-flexíveis.

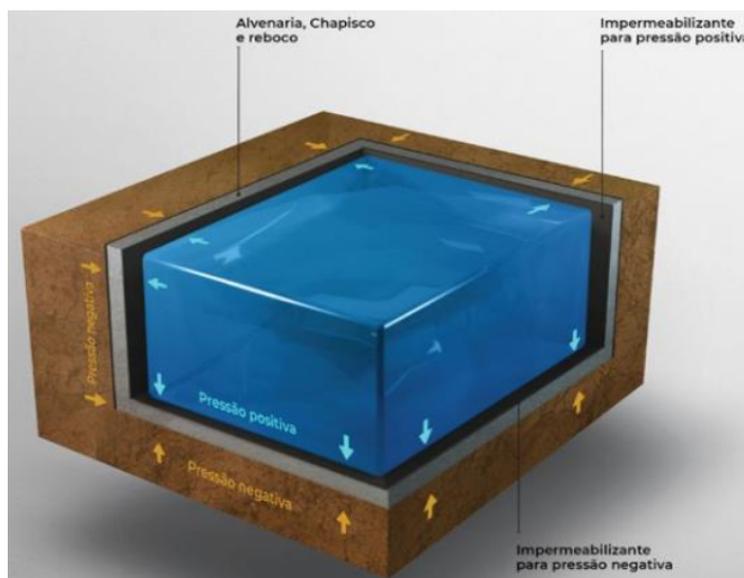
São classificados pela ABNT NBR 9575 como flexíveis e semi-flexíveis os seguintes materiais:

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímeros;
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Membrana de asfalto elastomérico em solução;
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno cloro sulfonado;
- Membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.) em solução;
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- Membrana de poliuretano;
- Membrana de poliuréia;
- Membrana de poliuretano modificada com asfalto;
- Manta asfáltica;
- Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
- Manta de policloreto de vinila (P.V.G.);
- Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
- Manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
- Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.).

2.3.1.3 Impermeabilização Em Pressão Hidrostática Positiva e Negativa

A pressão hidrostática é a força que a água exerce sobre uma estrutura, podendo ser caracterizada como positiva ou negativa. A pressão hidrostática positiva é o efeito da força exercida pela água ou umidade diretamente sobre a superfície impermeabilizante, que a comprime contra a base sobre a qual está aplicada, enquanto a negativa é o efeito da pressão exercida pela água agindo no sentido oposto ao da impermeabilização, como demonstra a Figura 11, ou seja, penetrando através da estrutura e forçando a impermeabilização a se soltar de onde foi aplicada. Este efeito é mais comum em terrenos que sofrem com a infiltração do lençol freático (RIBEIRO; SANTOS, 2021).

Figura 11 - Esquema de Impermeabilização para pressão negativa e positiva

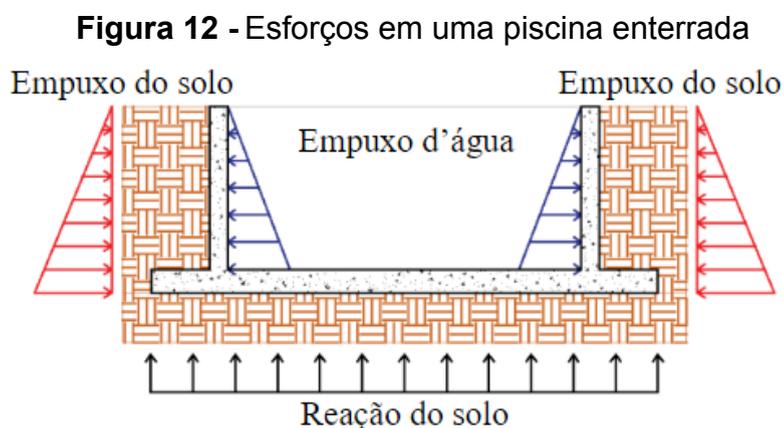


Fonte: Neves (2019).

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), temos as seguintes definições:

- Água sob pressão negativa: água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma inversa à impermeabilização;
- Água sob pressão positiva: água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma direta à impermeabilização.

As piscinas podem ser classificadas conforme sua posição em relação ao solo, sendo definidas como elevadas (sobre pilares, estruturas e edifícios), apoiadas (ao nível do solo) ou enterradas (VASCONCELOS, 1998 apud. RIBEIRO; SANTOS, 2021). Quando apoiadas ou enterradas, as piscinas estão submetidas tanto a esforços de empuxo exercido pela água nas paredes, quanto a esforços de reação e de empuxo do solo, conforme figura 12, os quais solicitam um sistema de impermeabilização com materiais que suportem estas cargas (RIBEIRO; SANTOS, 2021).



Fonte: Ribeiro e Santos (2021)

2.4 PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICOS DA ÁGUA DE PISCINAS

Dentre os fatores que afetam a qualidade da água em piscinas, os parâmetros químicos e físicos são essenciais para manter a segurança microbiológica, mas também podem ter efeitos indesejados na infraestrutura das piscinas.

A partir de uma perspectiva química, as piscinas são uma matriz complexa que recebe constantemente uma ampla gama de produtos químicos, orgânicos e antropogênicos em sua água, por exemplo, algicidas, produtos farmacêuticos e excreções humanas (OLIVEIRA, 2019). Os produtos químicos à base de cloro, como o hipoclorito, são os mais comuns na manutenção da segurança microbiológica da água da piscina, o que leva a uma presença elevada de cloretos e agentes altamente oxidantes (VELDHOVEN, 2018), gerando elevadas concentrações de elementos que podem afetar tanto a estrutura como os sistemas da piscina. Além

disso, o cloro usado para desinfecção reage com a água e forma ácido hipocloroso e ácido clorídrico, diminuindo o pH da água. (SZALA, 2017 apud OLIVEIRA, 2019).

A *American National Standards Institute* (ANSI, 2022) estabelece parâmetros químicos ideais para controlar o pH e a concentração das substâncias dissolvidas para evitar efeitos nocivos tanto para a infraestrutura quanto para a saúde dos usuários. São eles:

- Cloro Livre: concentração ideal de 2,0 - 4,0 ppm;
- Potencial Hidrogeniônico (pH): pH ideal de 7,4 - 7,6;
- Sólidos Dissolvidos: concentração máxima de 1500 ppm;
- Dureza Cálcica: concentração ideal de 200 - 400 ppm;
- Alcalinidade Total (todos os álcalis): concentração ideal de 80 - 100 ppm.
- Metais Pesados: não há concentração ideal para metais pesados dissolvidos na água.

No caso do Brasil, temos a norma de projeto, execução e manutenção em piscinas, a NBR 10339 (ABNT, 2018), cujo texto não trata dos parâmetros químicos ideais para o ambiente de piscinas, porém indica as temperaturas ideais recomendadas de acordo com o seu uso, indicadas abaixo:

- Spas : 36 A 38°C;
- Competição : 25 A 28°C;
- Recreação : 27 A 29°C;
- Para bebês e hidroterapia : 30 A 34°C;
- Para crianças : 29 A 32°C.

2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS EM PISCINAS

Neste item serão abordadas as principais manifestações patológicas que podem ser encontradas em piscinas. Com o objetivo de fornecer uma visão geral sobre o assunto, serão apresentadas as causas e origens mais comuns das disfunções listadas.

2.5.1 Fissuras

Fissuras são aberturas que podem afetar a superfície de elementos estruturais, tornando-se um caminho rápido para a entrada de agentes agressivos que podem comprometer a integridade da estrutura. Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo, o IBAPE-MG, essas aberturas podem ser classificadas conforme a dimensão de sua espessura em fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas, conforme demonstra a tabela 2, no entanto, à título deste artigo, todas essas aberturas serão chamadas de fissuras.

Tabela 02 – Classificação das aberturas

ANOMALIA	ABERTURA (mm)
FISSURA	até 0,50
TRINCA	acima de 0,5 até 1,00
RACHADURA	acima de 1,00 até 5,00
FENDA	acima de 5,00 até 10,00
BRECHA	acima de 10,00

Fonte: IBAPE-MG (2014)

Essa anomalia é considerada uma das comuns de serem encontradas em edificações, influenciando na estética, na durabilidade e nas qualidades estruturais da obra. Ela ocorre devido à atuação de tensões nos materiais. Quando a solicitação sobre o material excede sua capacidade de resistência, as fissuras tendem a aliviar essas tensões (CORSINI, 2010). Processos de fissuração em piscinas podem surgir em uma estrutura por diversos motivos, como excesso de pressão hidrostática (figura 13), vibrações, erros de projeto ou execução e movimentações do solo (figura 14).

Figura 13 – Processo de fissuração por pressão hidrostática excessiva



Fonte: Watanabe (2020).

Figura 14 – Processo de fissuração por recalque da estrutura



Fonte: Rodrigues (2015).

Sendo assim, para identificar com precisão a causa, a origem e a intervenção solicitada é necessário entender o seu comportamento. Para isso há outra classificação importante das fissuras. As aberturas consideradas como ativas (ou vivas) variam de tamanho conforme as mudanças de tensões, se elas oscilam dentro de um valor médio, podem ser decorrentes de variações de temperatura e consideradas como “sazonais”, porém se elas apresentarem um comportamento de crescimento constante, são consideradas “progressivas” sendo ainda mais preocupante para a estrutura. Já as aberturas consideradas passivas (ou mortas) não possuem variações sensíveis de solicitação, portanto, não há variação em sua espessura. (SAHADE, 2005).

2.5.2 Deslocamento do Revestimento Cerâmico

O deslocamento de revestimento cerâmico é uma manifestação patológica preocupante, que envolve a questão da segurança dos usuários, visto que as peças soltas dentro do ambiente da piscina podem originar facilmente acidentes, além de acarretar em um alto custo de reparo.

De acordo com Oliveira (2009), esses problemas consistem na perda de aderência do revestimento em relação ao substrato, conforme Figura 15, ou à argamassa colante, conforme Figura 16, quando as tensões presentes no revestimento cerâmico excedem a capacidade de aderência das conexões entre a placa cerâmica, argamassa colante e/ou substrato.

Figura 15 – Deslocamento por perda de aderência com o substrato



Fonte: Hard (2016)

Figura 16 – Deslocamento por perda de aderência com a argamassa



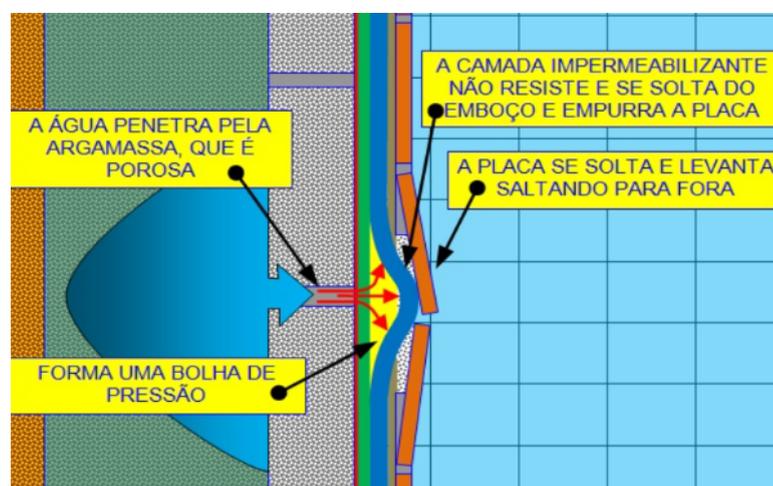
Fonte: Subservi (2020)

De acordo com informações da empresa Quartzolit (2022), as principais causas para a perda de aderência do revestimento cerâmico em piscinas são: presença de umidade, movimentação estrutural ocasionada por movimentações do solo, movimentações térmicas ou vibrações, utilização de materiais inadequados e erros de projeto ou execução.

O revestimento com placas cerâmicas em piscinas requer uma atenção especial na escolha do material, uma vez que ele permanece submerso em água líquida e sob alta pressão por tempo indeterminado, tornando necessária a atenção à Dilatação Higroscópica, que consiste em uma expansão gradual e lenta ao longo de um longo período (WATANABE, 2020). Segundo critérios da NBR 10339 a absorção de umidade recomendável para placas cerâmicas no interior de piscinas não deve ultrapassar de 3%, sendo indicado o uso de placas com esta adequação para evitar problemas de deslocamento (ABNT, 2018).

Segundo o engenheiro Watanabe (2020), um fenômeno que raramente é levado em consideração na execução de piscinas enterradas é a pressão hidrostática negativa e o seu efeito de gerar o descolamento do revestimento. Trata-se de um problema muitas vezes gerados pelo esvaziamento da piscina para limpeza ou manutenções, que deixa de sofrer a pressão positiva antes efetuada pela sua água, facilitando a entrada da umidade advinda do meio externo que empurra tanto a camada de impermeabilização quanto a camada de revestimento, conforme ilustra a Figura 17.

Figura 17 – Descolamento cerâmico devido à entrada de umidade do meio externo



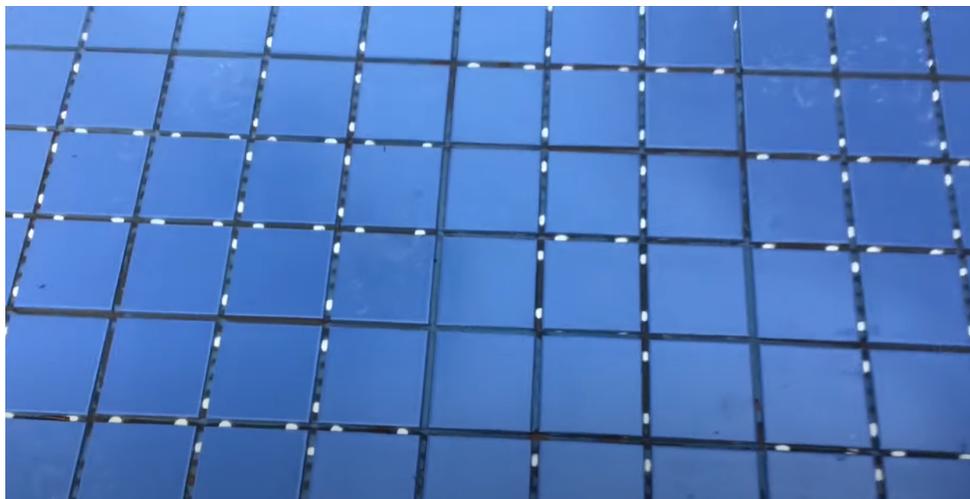
Fonte: Watanabe (2020)

2.5.3 Falha nas Juntas

As juntas de assentamento e de movimentação são elementos dispostos entre as peças cerâmicas que devem garantir estanqueidade e permitir a absorção de deformações e a sua falha pode desencadear em outras manifestações patológicas (OLIVEIRA, 2009).

O material utilizado para preencher as juntas de assentamento é chamado de rejunte, e possui a função de vedar os espaçamentos entre as placas, para proteger da umidade e absorver pequenas deformações da estrutura. Há uma variedade de tipos de rejuntas disponíveis no mercado, porém, para uso em piscinas, a escolha deve ser cuidadosa, priorizando materiais com baixa porosidade e boa resistência a produtos químicos, bem como às variações do pH e temperatura (ELIANE, 2022). A falta de especificação do tipo de rejunte ou sua aplicação incorreta pode resultar em baixa resistência mecânica, descolamento ou dissolução em água, conforme apresentado na Figura 18, além de permitir a infiltração de água.

Figura 18 – Fundo de piscina apresentando falha no rejunte

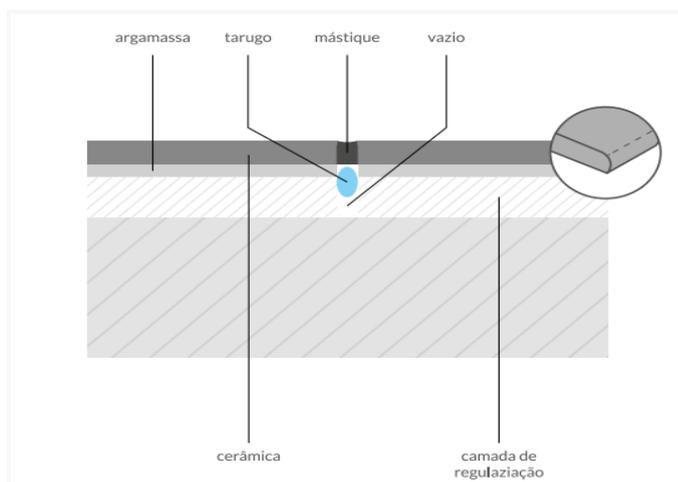


Fonte: Acervo do Autor (2023)

As juntas de movimentação são elementos intermediários no revestimento cerâmico que apresentam largura maior em comparação às juntas de assentamento. A sua principal finalidade é dividir o sistema em blocos para absorver maiores deformações. Para garantir a vedação das juntas, é comum o uso de um limitador de profundidade e um selante, conhecido como mastic, de poliuretano (PU), como pode ser observado na Figura 19. Erros de projeto ou execução e a degradação

desses materiais podem ocasionar falhas no sistema, tais como infiltrações indesejadas e descolamento e trincas no revestimento (ELIANE, 2022).

Figura 19 – Esquema de uma junta de movimentação



Fonte: Eliane (2020).

2.5.4 Eflorescências

De acordo com Oliveira (2009), as eflorescências são caracterizadas por um depósito branco ou esbranquiçado que se forma na superfície do revestimento cerâmico, afetando negativamente a aparência e qualidade do revestimento. Essas eflorescências surgem quando sais solúveis, provenientes da argamassa de assentamento ou dos elementos da estrutura da piscina, são lixiviados para a superfície através de porosidades no rejunte. Quando esses sais entram em contato com o ar, se solidificam, formando depósitos, como ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Eflorescência no revestimento de piscina



Fonte: Citimat (2019).

Os principais fatores que causam a formação de eflorescências é a qualidade do material utilizado na construção da piscina e a presença de umidade sob o revestimento cerâmico. Argamassas permeáveis, com presença de cal livre e alta concentração de sais, rejuntas com alta porosidade e infiltrações formam condições ideais para o aparecimento dessa manifestação patológica (NEVES, 2019).

2.5.5 Vazamentos

Vazamentos em piscinas correspondem a perdas involuntárias de água, podendo ser detectados pela redução do nível de água da piscina e ocorrer tanto na estrutura da piscina quanto em seus sistemas hidráulicos. Conforme o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2018), piscinas que não são corretamente impermeabilizadas estão suscetíveis a vazamentos e infiltrações decorrentes de erros de projeto ou execução e falhas da impermeabilização.

Righi (2009) afirma que a maioria dos problemas de infiltrações ocorre em pontos críticos como ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de tubos e chumbamentos, que precisam ser detalhados no projeto. Ademais, fatores externos também podem causar vazamentos, como aponta a arquiteta Lorena Cavalcanti (2010), que destaca o impacto de plantas próximas à piscina na pressão exercida pelas raízes sobre suas paredes, podendo danificar o sistema de impermeabilização.

2.5.6 Corrosão das Armaduras

De acordo com Righi (2009), a corrosão é um fenômeno eletroquímico que ocorre na estrutura de armaduras quando há umidade presente, levando à formação de hidróxido de ferro, mais conhecido como ferrugem. Para que esse processo ocorra, é necessário que haja a presença de um eletrólito, no caso a água, além de uma diferença de potencial causada por irregularidades nas barras submetidas à tração e oxigênio presente no sistema. Portanto, aberturas na estrutura que expõem o seu interior ao ambiente agressivo da piscina devem ser evitadas e rapidamente tratadas para evitar a ocorrência deste fenômeno.

Ferreira (2015) afirma que os sais dissolvidos podem ter um papel acelerador ou retardador na corrosão, com o cloro sendo um dos elementos dos sais que mais

influencia o ataque corrosivo. Considerando que o cloro é amplamente utilizado para tratamento da água em piscinas, é essencial que o ataque de cloretos seja previsto e evitado desde a fase de projeto para que não existam manifestações patológicas desta natureza, como evidenciado na Figura 21.

Figura 21 – Corrosão da armadura na estrutura de uma piscina



Fonte: FDTC (2013).

A corrosão de armaduras é reconhecida como um problema estrutural, que tende a se agravar se não for tratado, comprometendo a vida útil da construção de forma significativa (HELENE, 1993).

2.5.7 Problemas no Revestimento Vinílico

Os revestimentos de vinil também estão sujeitos a manifestações patológicas que podem comprometer sua aparência, reduzir a vida útil da piscina e aumentar os custos de manutenção. Neste tópico, serão discutidas as principais manifestações que podem ser encontradas neste tipo de revestimento.

1. Furos ou Rasgos:

O vinil é um material delicado em comparação com outros revestimentos utilizados em piscinas, e, por isso, é propenso a sofrer furos ou rasgos, como evidenciado na figura 22. Tais danos afetam o desempenho do material, permitindo infiltrações e danos à estrutura, sendo necessária uma pronta intervenção para reparar os danos (QUANTUS, 2022).

Figura 22 – Rasgo em revestimento de vinil



Fonte: Pena (2019)

Os revestimentos da piscina podem ficar rasgados e com buracos por diversos motivos, tais como o desgaste natural do material ao longo do tempo, devido à agressividade do meio e da ação da radiação solar, além da presença de objetos pontiagudos como pedras e gravetos durante a execução do revestimento ou uso da piscina. Por isso, é importante que o proprietário da piscina esteja ciente da vida útil do material, que é especificado pelo fabricante (QUANTUS, 2022).

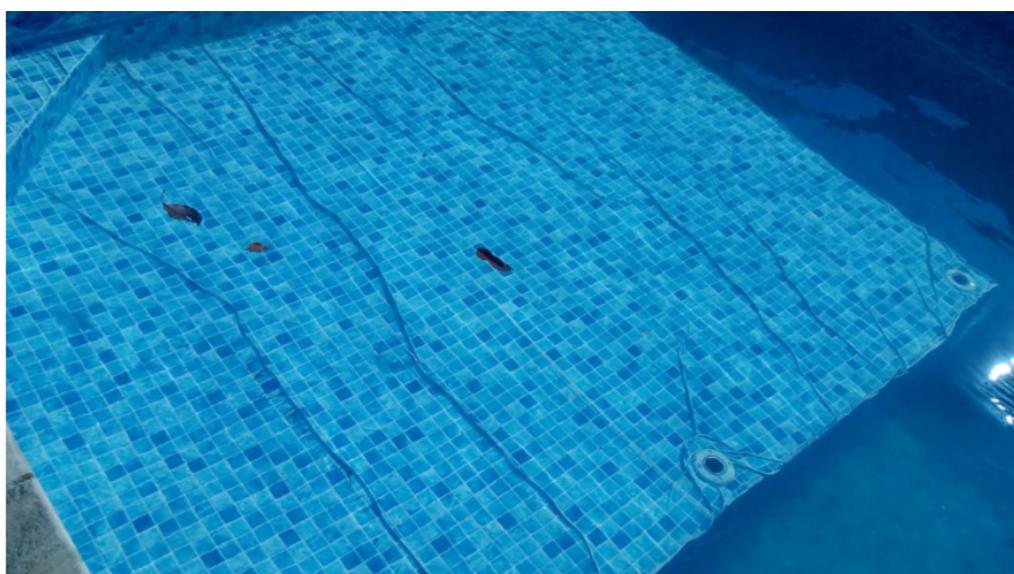
2. Enrugamento:

Segundo a Prestige Pools (2022), os enrugamentos no forro de vinil são uma ocorrência comum e podem se desenvolver de maneira súbita ou gradual ao longo do tempo. Durante o processo de instalação, tais imperfeições também podem surgir caso o forro de vinil não seja medido adequadamente. Consequentemente, torna-se

fundamental compreender as causas dos enrugamentos, bem como adotar medidas preventivas e corretivas para evitá-los (PRESTIGE, 2022)

Algumas das principais causas de enrugamento após a instalação deste revestimento, como demonstrado na Figura 23, são a elevada concentração de cloro e o baixo pH da água (ANSI, 2022), que fazem o material absorver umidade e assim, aumentar de volume (EBEZENER, 2019).

Figura 23 – Enrugamento do revestimento de vinil

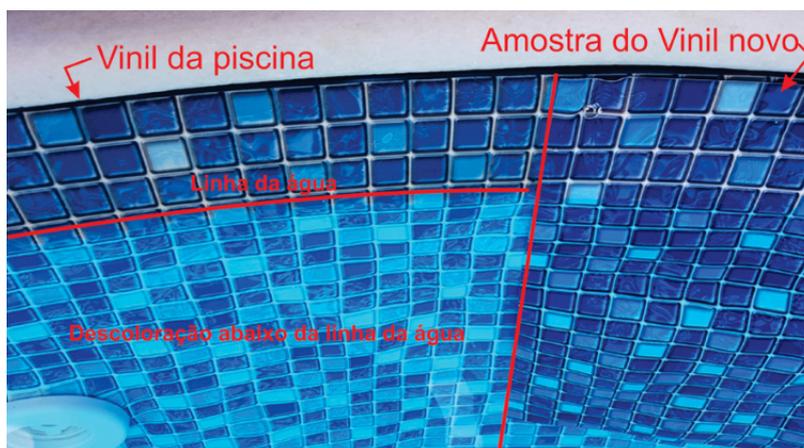


Fonte: Ebezener (2019).

3. Descoloração:

A principal causa para a descoloração precoce do revestimento vinílico é o ataque químico, quando o nível de cloro está acima do ideal, causando uma perda estética no revestimento abaixo do nível da água, conforme mostra a Figura 24 (EBEZENER, 2019).

Figura 24 – Descoloração do revestimento abaixo do nível da água



Fonte: Ebezener (2019).

Existem também os casos onde essa perda de cor acontece acima do nível da linha de água, conforme mostra a Figura 25, todavia, as causas para esses casos estão relacionadas principalmente à exposição às altas temperaturas e à radiação solar. Além disso, a limpeza também é um dos fatores que podem causar tal desgaste, uma vez que deve ser feita de maneira não-abrasiva e com produtos de baixa agressividade ácida para o bolsão de vinil (EBEZENER, 2019).

Figura 25 – Descoloração do revestimento acima do nível da água



Fonte: Ebezener (2019).

2.5.8 Problemas no Revestimento de Fibra de Vidro

A fibra de vidro é uma opção de revestimento de piscina com um preço razoável e de simples manutenção em comparação com outras alternativas. O revestimento pode ser facilmente remendado ou repintado quando há ocorrência de manifestações patológicas (OSINSKI, 1990).

Para esse tipo de revestimento, as manifestações mais comuns são:

1. Manchas:

De acordo com a Pool Piscinas (2023), a causa predominante para as manchas no material de revestimento de fibra é a presença de objetos de origem metálica e orgânica, tais como tampas de garrafas e folhas de árvores, que, ao permanecerem submersos por longos períodos de tempo, liberam partículas que se aderem à camada superficial da fibra. Essa aderência resulta em manchas de difícil remoção, como demonstradas nas figuras 26 e 27.

Figura 26 – Manchas de origem inorgânica em piscina de fibra



Fonte: Pool Piscinas (2023)

Figura 27 - Manchas de origem orgânica em piscina de fibra

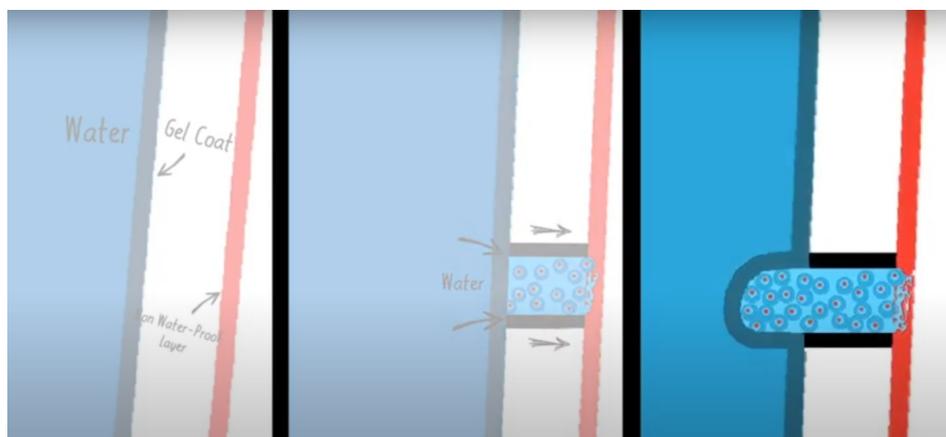


Fonte: Aquasol (2020)

2. Bolhas:

Conforme Bowers (2021), as bolhas em piscinas de fibra são manifestações patológicas causadas pelo processo de osmose. Esse fenômeno ocorre quando a água penetra na camada das fibras de vidro, através da camada externa conhecida como gelcoat, conforme ilustrado na Figura 28. Esse processo ocorre quando a primeira camada de resina localizada atrás do gelcoat não é impermeável à água, resultando na formação de pequenas bolsas que geram pressão suficiente para criar protuberâncias e deformar a superfície do gelcoat, como exemplificado na Figura 29.

Figura 28 – Processo da formação de bolhas em piscinas de vidro



Fonte: Bowers (2021)

Figura 29 – Bolhas na superfície do revestimento de fibra de vidro



Fonte: Pool Piscinas (2023)

3. Fissuras:

De acordo com Miller (2014), a instalação ou fabricação inadequada, bem como forças externas, como impactos e movimentações do solo, podem causar o aparecimento de rachaduras em uma piscina de fibra de vidro, como demonstrado na Figura 30. Esses danos podem afetar ou não a estrutura da piscina, mas determinar a causa e origem pode ajudá-lo a decidir que tipo de reparos são necessários.

Figura 30 – Rachadura em piscina de fibra de vidro

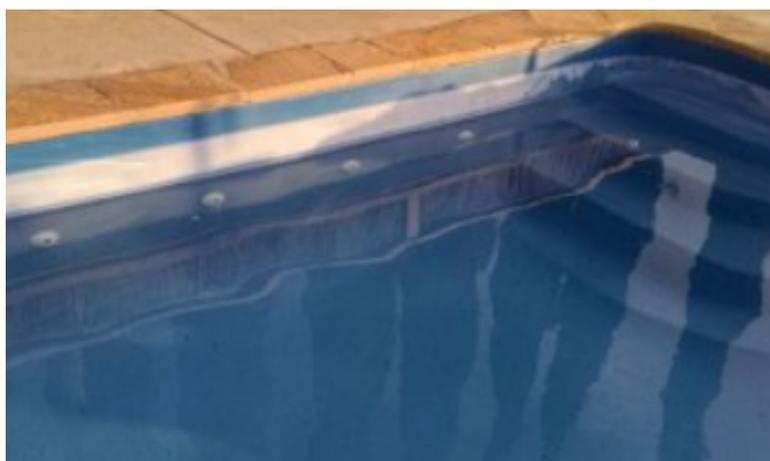


Fonte: Pool Piscinas (2023)

4. Descoloração:

Assim como os revestimentos vinílicos, a casca de fibra de vidro também sofre da descoloração ao longo do seu tempo de uso, como demonstrado na Figura 31, porém deve-se atentar à velocidade que em que esse branqueamento se desenvolve e tratá-lo quando isso acontece de maneira precoce. Segundo a empresa australiana Pool Stain Removers (2022), a lenta perda de cor se desenvolve naturalmente após 15 anos de uso, e ocorre devido a anos de uso de cloro e de exposição à luz solar, no entanto, nos casos em que o envelhecimento ocorre antes desse período, pode ser devido a parâmetros químicos indevidos da água, quando o pH e os níveis de cloro são muito diferentes dos níveis ideais, ou à baixa qualidade da camada de gelcoat aplicada na fabricação do revestimento de fibra.

Figura 31 – Descoloração do revestimento de fibra de vidro



Fonte: Texas Splash (2018).

2.5.9 Quadros Resumo

No intuito de facilitar a identificação e o diagnóstico das manifestações patológicas em piscinas, este trabalho desenvolveu os quadros 1, 2, 3 e 4 a seguir, reunindo as informações coletadas ao longo desta pesquisa e destacando os principais problemas em cada tipo de piscina, assim como as suas principais causas e origens.

Quadro 1 - Anomalias comuns em piscinas com estrutura de concreto ou alvenaria

TIPO DE PISCINA	MANIFESTAÇÕES COMUNS	CAUSAS	ORIGENS
Piscinas Com Estrutura de Concreto ou Alvenaria	Fissuras	movimentações do solo subdimensionamento ou sobrecarga vibrações	projeto, execução, uso
	Vazamentos	problemas na impermeabilização infiltração por fissuras na estrutura problemas no sistema hidráulico	projeto, execução, materiais
	Corrosão das armaduras da piscina	fissuras na estrutura presença de produtos químicos na água falta de proteção contra corrosão	projeto, execução, materiais, uso

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 2 - Anomalias comuns em piscinas com revestimento cerâmico

TIPO DE PISCINA	MANIFESTAÇÕES COMUNS	CAUSAS	ORIGENS
Piscinas Com Revestimento Cerâmico	Desplacamento do revestimento cerâmico	má aderência do revestimento infiltração de umidade movimentação estrutural	projeto, execução, materiais
	Falha nas juntas	má aderência do material desgaste do material por ataque de agentes químicos e variações de temperatura falta de proteção contra umidade	execução, materiais, uso
	Eflorescências	presença de água sob o revestimento porosidade dos materiais Presença de cal livre e sais no cimento	execução, materiais

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 3 - Anomalias comuns em piscinas com revestimento vinílico

TIPO DE PISCINA	MANIFESTAÇÕES COMUNS	CAUSAS	ORIGENS
Piscinas de Revestimento Vinílico	Furos ou rasgos no vinil	presença de objetos pontiagudos desgaste do material	execução, materiais, uso
	Enrugamento no vinil	erros de dimensionamento e execução Absorção de umidade do revestimento devido ao ataque químico	projeto, execução, materiais, uso
	Descoloração do vinil	exposição aos raios UV uso inadequado de produtos químicos falta de cuidado na limpeza	materiais, uso

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 4 - Anomalias comuns em piscinas de fibra de vidro

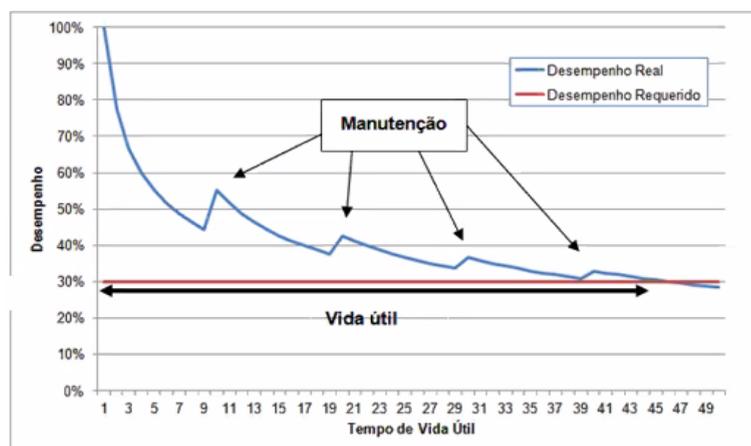
TIPO DE PISCINA	MANIFESTAÇÕES COMUNS	CAUSAS	ORIGENS
Piscinas de Fibra de Vidro	Manchamentos	presença de minerais na água reação de algicida com o cloro acúmulo de impurezas	materiais, uso
	Bolhas na fibra	defeito de fabricação / desgaste	materiais
	Descoloração da fibra	exposição aos raios UV uso inadequado de produtos	materiais, uso
	Fissuras	má qualidade do material movimentação do solo instalação inadequada	projeto, execução, materiais

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No entanto, é importante salientar que essas informações abrangem as causas, origens mais comuns para as manifestações listadas, sendo assim, vão existir casos em que as manifestações patológicas não estarão presentes nos quadros ou que a causa específica de uma manifestação apresenta particularidades que não fazem parte do levantamento deste estudo. Portanto, a investigação deve partir de uma postura não tendenciosa e disposta a coletar e analisar todos os dados disponíveis. (ELDRIDGE, 1982 apud DAL MOLIN, 1988).

2.6 MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO

Conforme mencionado previamente, as atividades de manutenção têm como propósito preservar o desempenho de uma edificação, retardando seu processo de deterioração e prolongando sua vida útil, como ilustrado na Figura 32, disponível na NBR 15575, da curva de degradação.

Figura 32 – Curva de degradação

Fonte: ABNT (2022)

O planejamento das ações de manutenção e reabilitação na construção civil apresenta desafios significativos devido à incerteza e ao risco envolvidos. Esses riscos estão relacionados às limitações dos modelos utilizados para descrever os processos de degradação, os quais podem ser influenciados por erros, defeitos ou eventos negligenciados.

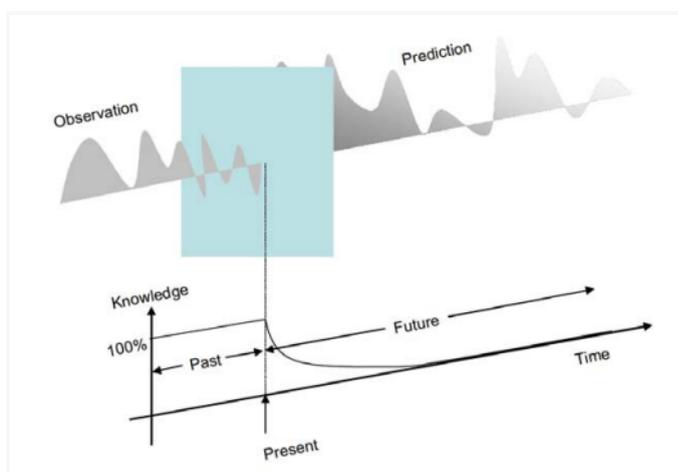
De acordo com Ferreira *et al.* (2021), existem dois tipos de modelos: aqueles que não consideram a incerteza nas atividades de manutenção e reparo, onde as decisões são tomadas sem levar em conta o comportamento futuro dos componentes da construção, resultando em uma tendência a escolher alternativas mais baratas; e aqueles que consideram a incerteza, possibilitando uma análise sistemática de cada alternativa e auxiliando na escolha da opção mais racional e econômica.

Para selecionar as atividades de manutenção e reabilitação no período atual ou planejar atividades futuras, é fundamental compreender a condição de degradação, uma vez que essa definição está relacionada à maioria das informações necessárias para embasar a tomada de decisão (FERREIRA *et al.*, 2021).

Oberkampf (2004) classifica as incertezas em duas categorias: aleatória e epistêmica. A incerteza aleatória surge da variabilidade inerente aos dados devido à sua natureza imprevisível, enquanto a incerteza epistêmica está relacionada à falta de conhecimento sobre o fenômeno que está sendo modelado. Em outras palavras, o primeiro tipo de incerteza não pode ser corrigido, enquanto o segundo pode ser reduzido por meio da obtenção de dados mais precisos e abrangentes (OBERKAMPF, 2004 apud FERREIRA *et al.*, 2021).

De acordo com Faber (2007), a incerteza associada ao conhecimento é dependente do tempo, pois a previsibilidade do processo de degradação tende a diminuir ao longo do tempo, conforme demonstrado na Figura 33. Conseqüentemente, uma solução adequada para reduzir a incerteza ao longo do tempo é estabelecer inspeções regulares (FABER, 2007 apud FERREIRA *et al.*, 2021).

Figura 33 – Ilustração da dependência temporal do conhecimento



Fonte: Faber (2007) apud Ferreira (2021).

Conforme estabelecido pela NBR 5674 (ABNT, 2012), a Norma Brasileira de Manutenção de Edificações, é de responsabilidade do usuário da edificação realizar as atividades de manutenção, seguindo o manual de operação, uso e manutenção.

A ABNT NBR 10339 (ABNT, 2018), cita os requisitos que o responsável pela operação e manutenção de piscinas deve atender, dentre eles, destacam-se:

1. Controlar a qualidade de água;
2. Operar os sistemas de abastecimento de água, recirculação e tratamento;
3. Verificar, anotar e solicitar providências quanto ao estado de conservação de equipamentos;
4. Verificar a existência e o estado de conservação dos materiais e equipamentos destinados a manter a qualidade da água;
5. Manter em registro informações de temperatura, limpidez (aspecto visual), pH, alcalinidade, e dureza cálcica da água, assim como anormalidades (defeitos de equipamentos, falta de produtos químicos, etc);
6. Manter cópias das fichas de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ), assim como de todos os manuais e certificados de garantia dos equipamentos da piscina;

Ainda no contexto específico das piscinas, é de extrema importância levar em consideração as peculiaridades dos sistemas envolvidos, tais como revestimento, impermeabilização e sistemas de tratamento da água. A Associação Nacional das Empresas e Profissionais de Piscinas (ANAPP, 2018) destaca os principais aspectos a serem abordados na manutenção de uma piscina. Essas diretrizes incluem:

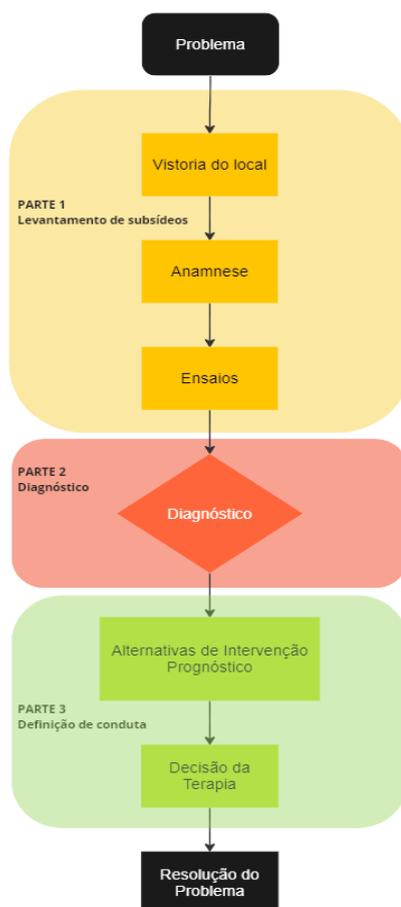
- A inspeção e reparo da estrutura da piscina, com o objetivo de identificar e corrigir possíveis furos, rasgos, trincas ou peças danificadas que possam resultar em vazamentos;
- A realização da limpeza completa da piscina; a aplicação de tratamento químico para assegurar a adequada higienização da água;
- O controle regular do pH, visando manter o equilíbrio químico necessário.

2.7 INVESTIGAÇÃO

A detecção de uma manifestação patológica em uma edificação é o ponto de partida para uma investigação em engenharia diagnóstica. Para analisar e compreender o problema de forma abrangente, de maneira que seja tomada a melhor decisão é necessário seguir uma metodologia estruturada e abordar as etapas de investigação de maneira sistemática e bem definida (CREMONINI, 1988).

Lichtenstein (1985), propõe que para efetuar o correto diagnóstico e resolução de uma manifestação patológica, deve-se realizar um procedimento separado em 3 fases, o levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e a definição de conduta, esquematizado conforme Figura 34.

Figura 34 – Estrutura de uma investigação de problemas patológicos



Fonte: Adaptada de Lichtenstein, 1985 apud Cremonini (1988).

A fase 1 tem como objetivo determinar as principais características da estrutura, identificar todas as manifestações patológicas presentes e buscar possíveis indícios que possam contribuir para a compreensão do problema. Os dados e informações coletados nessa fase servirão de subsídio para a próxima etapa do processo de investigação. Ela consiste na realização de uma vistoria no local, na coleta de informações por meio de anamnese e na consideração de possíveis ensaios.

A vistoria no local é essencial para a obtenção de dados iniciais sobre a estrutura e suas condições atuais. Durante a vistoria, o engenheiro especializado em engenharia diagnóstica deve examinar cuidadosamente a estrutura afetada e registrar observações relevantes, como fissuras, deformações, infiltrações, desgastes, entre outros.

A anamnese é uma etapa de entrevista com proprietários, usuários e pessoas familiarizadas com a história da estrutura. É importante obter informações

detalhadas sobre o histórico da construção, atividades realizadas, manutenção, modificações estruturais anteriores, condições ambientais e quaisquer eventos relevantes que possam ter contribuído para a manifestação patológica.

Com base nas informações obtidas na vistoria e anamnese, o engenheiro deve considerar a realização de ensaios de teste, para obter dados adicionais sobre as características do objeto investigado. Os ensaios podem incluir medição de umidade, resistência de materiais ou do solo, ultrassom, termografia, entre outros, dependendo da natureza e extensão da manifestação patológica.

Após a coleta de dados na fase 1, é possível iniciar a fase 2, que consiste no diagnóstico das irregularidades encontradas. Essa etapa envolve a aplicação do conhecimento de patologia das construções e a análise detalhada dos dados coletados. No diagnóstico, são identificadas as origens do problema, suas manifestações, suas causas, agentes e mecanismos de ocorrência (Lichtenstein, 1985 apud Cremonini, 1988). Além disso, é importante considerar a gravidade das irregularidades e o risco que representam para a estrutura e seus usuários.

Após o diagnóstico completo das irregularidades, inicia-se a fase 3, na qual é realizado o prognóstico do problema e levantadas as alternativas de intervenção para a resolução do problema. Essa fase envolve a análise das possíveis soluções e a definição da melhor terapia para estabelecer o desempenho necessário da edificação. É importante salientar que podem ocorrer casos em que a solução não seja conhecida, solicitando a realização de pesquisas para visar alguma intervenção que seja viável (CREMONINI, 1988).

De acordo com Cremonini (1988), é de fundamental importância o registro dos dados obtidos após a resolução ou não dos problemas relacionados à patologia, incluindo fotografias, procedimentos empregados, soluções adotadas, entre outros. Esses registros são essenciais para permitir a transmissão das informações, que podem ser utilizadas em palestras, no ensino universitário e em cursos de especialização. Pois essa disseminação de conhecimento serve para contribuir com a melhoria da qualidade da construção civil e satisfação dos usuários (CREMONINI, 1988).

2.8 ANÁLISE DE RISCO E PRIORIDADES

Em busca da implementação de ações corretivas que sejam embasadas nas informações fornecidas pelo diagnóstico da investigação, é fundamental contar com uma análise técnica adequada para realizar a classificação de risco e prioridades dos problemas identificados. A classificação de risco e prioridades para manifestações patológicas desempenha um papel crucial na engenharia diagnóstica e na gestão de edificações. Com isso em mente, foram desenvolvidas metodologias distintas de avaliação de danos, esses processos visam identificar e avaliar as condições patológicas que podem comprometer a segurança e o desempenho de uma construção. Visto isso, este trabalho abordará 3 métodos diferentes para efetuar a análise, o Método do IBAPE-SP (2021), a Classificação do Estado Aparente de Desempenho, desenvolvido pelo engenheiro Marcus Grossi (2021) e a Matriz GUT (1981).

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE-SP, 2021), aprofundando a metodologia oferecida pela norma brasileira de inspeção predial, a NBR 16747 (ABNT, 2020), estrutura as recomendações técnicas para a correção de anomalias em três níveis de prioridade:

Prioridade 1: “ações necessárias quando a perda do desempenho compromete a saúde dos usuários, segurança, funcionalidade com risco de paralisações, perda de vida útil ou durabilidade, aumento expressivo de custo de manutenção e de recuperação ou quando a perda de desempenho, real ou potencial, possa gerar riscos ao meio ambiente”.

Prioridade 2: ações necessárias quando a perda de desempenho, real ou potencial compromete parcialmente a funcionalidade, sem prejuízo à operação e sem comprometimento de saúde dos usuários e segurança”.

Prioridade 3: “ações necessárias quando a perda de desempenho, real ou potencial, pode ser objeto de ações planejadas e programadas sem comprometimento de vida útil ou durabilidade”.

Conforme o que foi mencionado, podemos resumir que o primeiro nível de prioridade se refere à perda de desempenho que compromete a saúde e segurança dos usuários, bem como o funcionamento dos sistemas e a vida útil do elemento. Já o segundo nível de prioridade é atribuído a situações em que ocorre uma perda parcial do desempenho afetando a funcionalidade da edificação. Por fim, o terceiro

nível de prioridade está associado principalmente a danos estéticos menores, nos quais não é necessária uma intervenção imediata.

Uma outra metodologia de análise de risco e prioridades é o método de classificação do estado aparente de desempenho, desenvolvido por GROSSI (2021). Este método consiste na separação dos requisitos de desempenho da NBR 15575 de acordo com as necessidades de uma edificação e classifica a perda desses requisitos em 3 níveis de risco, alto, médio e baixo, conforme a Tabela 03.

Tabela 03 - Classificação de estado aparente de desempenho

Necessidades	Requisitos de desempenho	1 - risco crítico	2 - risco médio	3 - risco mínimo
Segurança	Segurança estrutural	x		
	Segurança contra incêndio	x		
	Segurança no uso e operação	x		
Habitabilidade	Estanqueidade	x	x ³	
	Saúde, higiene e qualidade do ar	x		
	Funcionalidade	x	x ³	
	Acessibilidade		x	
Sustentabilidade	Durabilidade		x	
	Manutenibilidade		x	
	Impacto Ambiental	x ¹	x ²	
Aparência	Estética			x

Critérios:

Risco crítico - afeta integridade física das pessoas e meio ambiente;

Risco médio - afeta funcionamento e desempenho dos sistemas construtivos e equipamentos

Risco mínimo - afeta na estética e na desvalorização

Notas:

1) Quando infringe legislação ambiental

2) Quando gera comprometimento da eficiência energética e consumo de recursos naturais

3) Comprometimento localizado

Fonte: Grossi (2021).

A Matriz GUT, demonstrada na Tabela 4, foi desenvolvida em 1981 por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe. Ela é uma técnica amplamente utilizada na definição de prioridades entre diferentes alternativas de ação. Essa matriz é aplicada por meio de uma lista de problemas, aos quais são atribuídos pesos, geralmente de 1 a 5, conforme o modelo na Tabela 5, com base em considerações de gravidade, urgência e tendência. A gravidade refere-se à intensidade e profundidade dos danos que o problema pode causar caso não seja tratado. A urgência considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis caso o problema não seja abordado. Já a tendência aborda o desenvolvimento do problema na ausência de ação (HÉKIS *et al.*, 2013).

Tabela 04 - Matriz GUT

Matriz GUT - Gravidade x Urgência x Tendência				
Problemas em potencial (O que precisa ser melhorado?)	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Problema 1				
Problema 2				
Problema n				

Fonte: Damazio (1998) apud Hékis *et al.* (2013).

Tabela 05 - Modelo matriz GUT

Gravidade	Urgência	Tendência
1 = sem gravidade	1 = não tem pressa	1 = não vai piorar
2 = pouco grave	2 = pode esperar um pouco	2 = vai piorar em longo prazo
3 = grave	3 = o mais cedo possível	3 = vai piorar em médio prazo
4 = muito grave	4 = com alguma urgência	4 = vai piorar em curto prazo
5 = extremamente grave	5 = ação imediata	5 = vai piorar rapidamente

Fonte: Hékis *et al.* (2013)

Atribuindo uma pontuação de 1 a 5, é possível classificar os problemas em uma ordem decrescente, buscando aprimorar o processo. Essa pontuação é determinada com base nos estudos e análises realizadas. Os valores são multiplicados entre si (gravidade x urgência x tendência) para obter o resultado, que servirá como guia para priorizar os problemas de acordo com os pontos obtidos (HÉKIS *et al.*, 2013).

3 ESTUDO DE CASO

Para ilustrar o tema abordado neste trabalho, este capítulo tem como objetivo a investigação de uma piscina, a partir das metodologias abordadas na fundamentação deste trabalho. Além disso, será efetuada uma análise do objeto de estudo a fim de identificar os riscos, prioridades e soluções para as manifestações patológicas identificadas.

A seguir serão apresentadas as características do objeto e da sua região e as manifestações patológicas identificadas na fase de levantamento de subsídios, depois será elaborado o diagnóstico trazendo as suas causas e origens, para assim, identificar as melhores soluções e, por fim, efetuar as análises de risco e prioridade.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O objeto em análise trata-se de uma piscina que apresenta anomalias a serem investigadas, localizada do bairro Mosqueiro em Aracaju, no estado de Sergipe, em um imóvel de alto padrão. Finalizada no ano de 2012, a construção encontra-se em seu décimo segundo ano de vida e de utilização, todavia, não há relatos de manutenções preventivas ou corretivas efetuadas, nem da existência de um manual de operação, uso e manutenção, o que está condizente com a presença de problemas.

3.1.1 Caracterização da geografia e do ambiente da região

A piscina em questão situa-se na região litorânea do estado de Sergipe, no Nordeste do Brasil. O espaço da construção, demonstrado pela Figura 35, é marcado pela sua proximidade com o estuário do rio Vaza-Barris e por possuir uma vegetação de manguezal, um ecossistema costeiro adaptado a condições de alta salinidade, alagamento periódico e lama.

Figura 35 - Imagem de Satélite do Objeto de Estudo



Fonte: Google Earth (2021).

De acordo com Gomes (2002), a composição do solo de um manguezal é predominantemente formada por sedimentos aluviais, que são trazidos pelos rios e depositados nessa área costeira. Essa sedimentação desenvolve um solo lamacento, rico em matéria orgânica e com muita umidade, o que interfere na sua acidez e na sua estabilidade (GOMES, 2002).

Por se tratar de uma piscina enterrada, deve-se atentar também à vegetação próxima ao local, e apurar as suas possíveis influências no aparecimento dessas anomalias. Conforme mostra a Figura 36, há a presença de diversas espécies de plantas ao redor da construção, como eucaliptos, palmeiras imperiais, buquê de noiva e clúsia arbustos, além do próprio manguezal.

Figura 36 – Imagem de drone da piscina e sua ambientação



Fonte: Acervo do autor

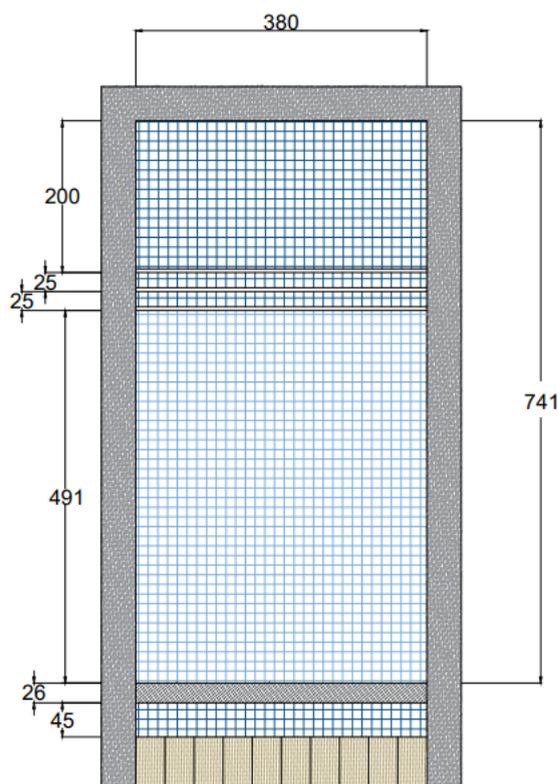
Portanto, para considerar a influência das condições ambientais e do solo da região, é essencial estar ciente do seu potencial agressivo ao projetar, construir e manter uma piscina nesta localidade.

3.1.2 Características construtivas

A piscina possui uma estrutura de alvenaria, com fundação em radier, sem a presença de estacas ou blocos de fundação, utiliza uma impermeabilização de característica flexível feita com manta asfáltica, não possui sistema de aquecimento

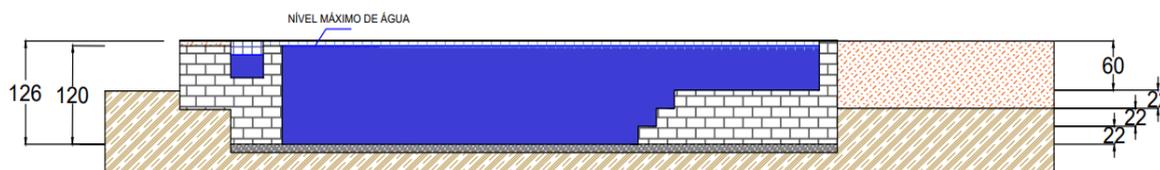
de água e tem o detalhe construtivo de borda infinita. Sua estrutura é parcialmente enterrada e tem as dimensões demonstradas em centímetros pelas Figuras 37 e 38 abaixo.

Figura 37 – Vista superior da piscina¹



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 38 – Corte lateral da piscina¹



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)¹

¹ Medidas em cm.

3.2 INSPEÇÃO

Foram realizadas diversas vistorias no local ainda durante a fase de levantamento de subsídios, permitindo um contato direto com as anomalias verificadas. Assim, essas anomalias foram registradas por meio de fotografias para identificação das manifestações patológicas e suas causas e origens, com auxílio dos quadros 1 a 4.

Com o intuito de obter informações relevantes para o diagnóstico da situação, a realização de ensaios de inspeção visual e de monitoramento de trincas foram necessários para este caso. Foram utilizados os seguintes equipamentos nesses ensaios:

- Trena;
- Equipamento para registro fotográfico;
- Prancheta;
- Caneta;
- Lanterna;
- Lâmina de vidro 2mm. e
- Massa adesiva epóxi.

3.2.1 Detecção das anomalias

Após minuciosa inspeção visual, revelaram-se as manifestações patológicas que afligiam a piscina. Destacam-se fissuras nas paredes, queda do revestimento de pastilhas cerâmicas, rejunte inexistente entre as pastilhas cerâmicas e um depósito branco na superfície do revestimento cerâmico. Não foram detectados vazamentos ou corrosão de armaduras, o que representa um alívio para a integridade da construção.

1. Fissuras nas paredes da piscina:

Foram detectadas fissuras horizontais nas paredes da piscina, conforme demonstram as Figuras 39, 40, 41, 42. Essas fissuras expõem a estrutura à agressividade do ambiente e da água da piscina.

Figura 39 – Fissura horizontal na face oeste da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 40 – Fissura horizontal na face leste da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 41 – Fissura horizontal no encontro da face leste com a sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 42 – Comparação de tamanho da fissura com uma caneta



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2. Queda do revestimento de pastilhas cerâmicas:

Foram detectados alguns casos onde houve o deslocamento das pastilhas cerâmicas de revestimento, conforme mostra a Figura 43. Foi percebido que o deslocamento ocorreu nas áreas onde havia maior abertura das fissuras.

Figura 43 – Pastilhas cerâmicas deslocadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3. Rejunte inexistente entre as pastilhas cerâmicas:

Foi notado que, abaixo do nível de água, todo o rejunte utilizado para preencher as juntas de assentamento não estava mais presente, conforme Figuras 44 e 45, o que permite a presença de umidade sob o revestimento cerâmico da piscina.

Figura 44 – Degradação do rejunte abaixo do nível da água



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 45 – Rejunte totalmente degradado no interior da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4. Depósito branco na superfície do revestimento cerâmico:

Foi notado também um grande ponto de eflorescência sobre o rejunte na região de borda infinita da piscina, demonstrado pela Figura 46.

Figura 46 – Eflorescência aflorando pelas juntas de assentamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.2.2 Indícios e Ensaio

Com a detecção das manifestações patológicas e análise das informações pertinentes, é possível investigar os indícios das causas e determinar quais ensaios serão necessários para a averiguação adequada.

Considerando as características do solo e a disposição das fissuras encontradas, é evidente a existência de indícios de movimentação do solo, como a presença de fissuras inclinadas na estrutura do deck (Figuras 47 e 48), o afundamento do piso do deck ao lado da piscina (Figura 49) e o aumento da abertura ao longo de sua extensão, saindo de 1 mm. (Figura 50) para 2 mm. (Figura 51).

Figura 47 – Fissura inclinada no lado direito da face sul da estrutura do deck da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 48 – Fissura inclinada no lado esquerdo da face sul da estrutura do deck da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 49 – Afundamento do deck da piscina



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 50 – Fissura com 1mm de abertura



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 51 – Fissura com 2 mm de abertura



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para avaliar a evolução dessas fissuras, foi realizado um monitoramento com o uso de lâmina de vidro e resina epóxi em um ponto estratégico, de forma a evitar qualquer interrupção na utilização da piscina pelos usuários, conforme Figura 52. Após mais de 90 dias de monitoramento, não foram observadas movimentações

significativas que poderiam romper a lâmina, indicando a possibilidade de estabilização da fissura e a acomodação do solo sob a piscina. Esse resultado reduz a urgência dos reparos, permitindo uma melhor avaliação na escolha do tratamento a ser adotado

Figura 52 – Monitoramento de fissura



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em paralelo ao problema de fissuração, observa-se o deslocamento cerâmico ocorrendo precisamente nos locais onde as aberturas são mais significativas. Essa correlação sugere que a movimentação da estrutura, devido à acomodação do solo, também desempenha um papel importante no desenvolvimento desse outro problema patológico.

Além disso, constatou-se que há uma utilização frequente, porém sem avaliação técnica adequada, de cloradores flutuantes para o tratamento da água da piscina, conforme evidenciado na Figura 53, que ilustra a presença de dois cloradores no dia da vistoria. Essa prática, aliada à falta de manutenção adequada, também é um indício relevante relacionado às falhas nas juntas de assentamento.

Figura 53 – Piscina com 2 mecanismos de dissolução de cloro na água



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.3 DIAGNÓSTICOS

Reunidos todos os indícios e resultados de ensaios para identificação da possível causa e origem das anomalias, torna-se possível a determinação do diagnóstico da situação e dos riscos envolvidos em cada uma das manifestações patológicas. O quadro 5 abaixo organiza as informações:

Quadro 5 - Diagnóstico das anomalias.

PROBLEMA PATOLÓGICO	POSSÍVEL CAUSA	ORIGEM	DIAGNÓSTICO	RISCOS ENVOLVIDOS
Fissuras nas paredes da piscina e na estrutura do deck	Movimentação estrutural devido à acomodação do solo	Projeto	Fissura de recalque diferencial	Exposição da estrutura à agressividade do ambiente
Queda do revestimento de pastilhas cerâmicas	Movimentação estrutural devido à acomodação do solo	Projeto	Deslocamento cerâmico	Risco de acidente com as peças soltas
Rejunte inexistente entre as pastilhas cerâmicas	1) Falta de proteção contra a umidade 2) Desgaste do material por ataque de agentes químicos e/ou temperatura	Material, uso	Falha nas juntas de assentamento	Permite o fluxo de água sob o revestimento, podendo desencadear em perda de aderência e em eflorescências
Depósito branco na superfície do revestimento cerâmico	1) Presença de água sob o revestimento 2) Material do rejunte não especificado para utilização em piscinas	Material, uso	Eflorescência	Apenas perdas estéticas

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.4 ANÁLISE DE RISCO E PRIORIDADES DO CASO

Foram conduzidas a análise de risco e a priorização para cada diagnóstico, com base nos critérios e métodos abordados na fundamentação teórica. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Análise risco e prioridades

Nº	Problema	Prioridade IBAPE	Estado Aparente de Desempenho	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT
1	Fissura de recalque diferencial	1	1	5	4	3	60
2	Deslocamento cerâmico	1	1	4	4	3	48
3	Falha nas juntas de assentamento	2	2	3	3	2	18
4	Eflorescência	3	3	2	1	2	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Utilizando o método do IBAPE-SP, foram estabelecidas as seguintes prioridades para os problemas identificados. A prioridade 1 foi atribuída aos problemas de fissura de recalque diferencial devido ao potencial comprometimento do desempenho e da vida útil da piscina, assim como ao deslocamento cerâmico, que representa um risco para a saúde dos usuários podendo resultar em acidentes. A prioridade 2 foi dada ao problema de falha nas juntas de assentamento, pois embora comprometa parcialmente o desempenho e a funcionalidade da construção, não afeta diretamente a segurança dos usuários. Quanto ao problema de eflorescência, foi atribuída a prioridade 3, uma vez que não acarreta riscos significativos para a vida útil do objeto.

A seleção das prioridades com base no estado aparente de desempenho foi realizada utilizando a tabela 3. Novamente, os problemas de fissura por recalque diferencial e deslocamento cerâmico foram classificados como prioridade 1, devido aos impactos na segurança estrutural e no uso e operação, respectivamente. As falhas nas juntas receberam a prioridade 2, uma vez que resultam em perdas localizadas na estanqueidade e funcionalidade. Quanto à eflorescência, foi atribuída a prioridade 3, pois a perda de desempenho relacionada está ligada principalmente à estética.

Por fim, a Matriz GUT foi utilizada para avaliar os problemas com base na gravidade, urgência e tendência. Com o uso das tabelas 4 e 5, os eventos foram priorizados da seguinte forma: fissuras por recalque diferencial, deslocamento cerâmico, falhas nas juntas de assentamento e eflorescência, respectivamente, levando em consideração o seu risco associado.

3.5 PROPOSTA DE SOLUÇÕES

Após a realização dos diagnósticos e a definição das prioridades, torna-se viável escolher a abordagem mais adequada para solucionar os problemas identificados. Nesse sentido, este trabalho apresenta três medidas para a resolução. Considerando que não há iminência de um colapso estrutural, a primeira proposta consiste em adotar medidas corretivas para tratar as fissuras para impedir a entrada de agentes agressivos na estrutura como a água, cloreto e gás carbônico (CO₂).

Para isso, é necessário esvaziar a piscina e remover o revestimento atual a fim de localizar possíveis aberturas ocultas. Uma vez identificadas todas as fissuras, deve-se proceder ao tratamento adequado. Os materiais mais utilizados na injeção de fissuras inativas, segundo Ripper e Souza (1998), são as resinas epoxídicas. No entanto, com o esvaziamento e posterior enchimento da piscina, é plausível que a variação de tensões ocasione novas movimentações da estrutura. Portanto, o tratamento proposto consiste em um fechamento elástico com preenchimento de poliuretano, um material elastomérico que vedará a abertura, evitando assim a entrada desses agentes agressivos e absorverá possíveis movimentações.

A segunda proposta consiste em realizar uma medida corretiva adicional. Nesse caso, é necessário remover completamente o revestimento atual da piscina e substituí-lo por materiais especificamente designados para uso em piscinas. Esses materiais devem apresentar baixa porosidade, absorção mínima de água e alta resistência à umidade. Essa substituição garantirá um revestimento durável e adequado para a piscina.

Por fim, a terceira medida proposta é o desenvolvimento de um manual abrangente de operação, uso e manutenção da piscina. Esse manual deve ser elaborado levando em consideração as características dos materiais utilizados, conforme informado pelos fabricantes. O manual terá como objetivo fornecer

orientações detalhadas sobre os cuidados de manutenção, o correto funcionamento da piscina, as precauções de segurança, o equilíbrio químico da água e a operação dos sistemas da piscina. Ele servirá como um guia completo para os usuários, garantindo que eles possam desfrutar da piscina de forma segura e correta, maximizando sua durabilidade e desempenho.

4 CONCLUSÕES

Embora existam muitas piscinas no Brasil, não há muitos artigos e pesquisas que aprofundam o conhecimento sobre elas, isso faz com que as principais fontes de conhecimento sejam disponibilizadas pelas empresas no mercado de execução, manutenção e fabricação dos materiais das piscinas.

Uma ferramenta para evitar erros no projeto ou na execução no intuito de impedir o aparecimento de manifestações patológicas tanto em piscinas quanto em demais construções, é o desenvolvimento de um laudo de auditoria para comparar o objeto com suas referências técnicas, tais como as normas, legislações e especificações de materiais utilizados e do solo sob a estrutura. A conformidade ou não-conformidade, entre o objeto e suas referências, apurada em uma auditoria, possibilita uma avaliação geral sobre o nível de atendimento dos requisitos técnicos.

A partir do que foi discutido no tópico de manutenção e reabilitação, tornou-se compreensível que para manter ou recuperar as características iniciais projetadas de uma edificação deve ser desenvolvido um programa de manutenção. Para uma boa compatibilização deste programa com todos os sistemas e elementos e detalhes construtivos do objeto, a manutenibilidade deve estar intrínseca à construção ainda na fase de projeto da obra e deve contemplar suas rotinas e periodicidades de manutenção, bem como os serviços que serão necessários ao longo da vida da edificação.

Lichtenstein promove a padronização e a consistência na abordagem de investigações por meio da sua metodologia para a averiguação de manifestações patológicas. Ao seguir um processo estruturado e sistemático, é possível obter uma compreensão abrangente do problema, identificar as causas raízes e tomar decisões embasadas para a resolução adequada. Essa abordagem oferece uma base sólida para a análise precisa e a implementação de soluções eficazes, evitando

abordagens superficiais que poderiam resultar em correções inadequadas e problemas recorrentes.

Ao analisarmos as metodologias de avaliação de risco e prioridades, constatamos que os métodos do IBAPE e do Estado Aparente de Desempenho, por serem originalmente baseados em critérios da engenharia civil e compartilharem uma categorização de classificação de 1 a 3, é natural que apresentem semelhanças na identificação de risco e prioridade. Além disso, ao compararmos esses dois métodos, podemos observar suas principais diferenças nos critérios de classificação, notando que a análise do Estado Aparente de Desempenho possui uma caracterização mais simplificada e de fácil aplicação.

Enquanto isso, a matriz GUT não foi inicialmente desenvolvida para avaliar especificamente anomalias no campo da engenharia civil, utilizando critérios específicos da construção civil. No entanto, com o devido conhecimento e habilidade do operador da matriz, ela pode analisar as prioridades de forma mais precisa. Isso ocorre porque uma manifestação patológica pode ser classificada em até 125 diferentes pesos, permitindo uma avaliação mais abrangente e refinada das prioridades relacionadas às anomalias na construção civil.

Em suma, com base nas informações apresentadas neste estudo, é recomendável que futuras pesquisas sejam realizadas no campo da patologia e da engenharia civil, com ênfase na investigação e análise de manifestações patológicas. Essas pesquisas adicionais seriam de ampla utilidade para aprofundar nosso conhecimento sobre as causas, diagnósticos e possíveis soluções para as anomalias construtivas.

Além disso, seria benéfico explorar mais a fundo os custos associados às manutenções e reparos dessas manifestações patológicas tanto em piscinas, quanto em outros elementos construtivos, a fim de fornecer uma base para a tomada de decisões econômicas na área da construção civil. Também seria relevante investigar as questões jurídicas relacionadas à responsabilidade pelo surgimento dessas anomalias, garantindo uma abordagem abrangente e com clara utilidade para o tema. Ao realizar tais pesquisas, poderemos avançar na melhoria da qualidade das estruturas e no desenvolvimento de práticas mais eficientes e seguras no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10339: **Piscina — Projeto, execução e manutenção**. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: **Edificações habitacionais — Desempenho**. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: **Manutenção em edificações**. Rio de Janeiro. 2012

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9574: **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9575: **Impermeabilização - Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ANAPP - Associação Nacional das Empresas e Profissionais em piscinas. **Manutenção de piscinas: os cuidados que você precisa ter**. 2018. Disponível em: <<https://anapp.org.br/>> Acesso em: 29 de maio de 2023.

ANDRADE, J. J. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. 1997, 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ANSI/APSP/ICC-4 **American National Standard for Aboveground/Onground Residential Pools**, 2022. Disponível em: <<https://issuu.com/theiphtha/docs/apsp-4-reaffirmed-6-6-2022-read-only-protect>>. Acesso em: 04 de abril de 2023.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/D.3.2008.tde-25092008-094741. Acesso em: 2023-04-25.

BOWERS, M. **How Fiberglass Pools Are Made, Part 3 Osmotic Blister Protection**. Wisconsin's Fiberglass Pool Experts. 2021. Disponível em: <<https://www.poolproswi.com/post/how-fiberglass-pools-are-made-part-3-osmotic-blister-protection>>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura?** TÉCNICA 160. Disponível em: <<http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

CREA- PR - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná. **CREA-PR Orienta Sobre Construção e Instalação de Piscinas**. Paraná. 2013

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção.** Porto Alegre, 1988.

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.** Porto Alegre, 1988.

EBEZENER PISCINAS. **Cuidados Com o Vinil.** 2019. Disponível em: <<https://www.ebenezerpiscinas.com.br/portal/index.php/estampas/cuidados-com-o-vinil>> Acesso em: 11 de maio de 2023.

ELIANE. Manual de Especificação e Aplicação de Revestimentos Cerâmicos em Piscinas. Santa Catarina. 2022. Disponível em: <<https://www.elianet.com.br/portal-de-marketing/docs/20220721045238-manual-piscina-eliane-2022.pdf>> Acesso em: 09 de maio de 2023.

FERREIRA, B. O. **ESTUDO DA CORROSÃO PROVOCADA PELO CLORO E PROCURA DE MATERIAIS ALTERNATIVOS.** Instituto Superior de Engenharia do Porto. Portugal. 2015. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/8018/1/DM_BrunoFerreira_2015_MEM.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2023.

FERREIRA, C.; Silva, A.; de Brito, J.; Flores-Colen, I.; Pereira, C.: “Uncertainty and risk analysis in maintenance and rehabilitation”, in **New Trends on Building Pathology**, CIB W86 Report, 2021.

FLORES, D. **PISCINAS USUAIS DE EDIFICAÇÕES: Estudo comparativo do dimensionamento de uma piscina enterrada em concreto armado e alvenaria estrutural.** Varginha. 2016.

FONSECA, G. Q. **Piscinas: Tipologias, Componentes e Metodologias de Dimensionamento.** Universidade Federal de Goiás. 2018

FRANÇA, A. A. V. et al. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil.** Técnica, São Paulo, v. 19, n. 174, 2011.

FRANCO, V. N. C.; NIEDERMEYER, F. M. **Manifestações Patológicas Geradas por Recalque de Fundações. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Edição 07. Ano 02, Vol. 01. pp 194-214, Outubro de 2017. ISSN:2448-0959

FREITAS, V. P. “The vision of building pathology professionals”, in **New Trends on Building Pathology**, CIB W86 Report, 2021.

GOMES, F. H. **Caracterização do solo de manguezais e restinga no município de Ilhéus - Bahia.** Minas Gerais. 2002

GOMIDE, T. L.F. Conceito e Histórico, em: **Manual da Engenharia Diagnóstica.** 2021

GROSSI, M. V. F. “Investigação Técnica na Conclusão da Obra - Fase de Entrega” em: **Manual de Engenharia Diagnóstica 2ed.** 2021

HÉKIS, H. R.; SILVA, A. C. da.; OLIVEIRA, I. M. P. de.; ARAUJO, J. P. F. **Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte.** 2013. Revista Tecnologia, v.34, n. 1 e 2, p.20-32, dez. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/4485>> Acesso em 25 de maio de 2023.

HELENE, P. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** 1993. 231 p. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993

IBAPE-MG. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Minas Gerais. **Norma de Vistoria Cautelar.** 2014

IBAPE-SP. **Norma de Inspeção Predial.** São Paulo, 2021

IBI. Instituto Brasileiro de Impermeabilização. **Impermeabilização de piscinas de concreto ou alvenaria.** 2018.

INSTITUTO ATG. **Execução de Piscinas - Concreto armado.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=arxIhLtNr0Y&ab_channel=InstitutoATG>. Acesso em 05/05/2023

INSTITUTO ATG. **Execução de Piscinas - Alvenaria Estrutural.** 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=arxIhLtNr0Y&ab_channel=InstitutoATG>. Acesso em 05/05/2023

LIMA, J. L. de A.; PASSOS, F. U. COSTA, D. B. Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 59-77, jul./set. 2013.

MILLER, R. **Possible Causes of Fiberglass Pool Cracks.** Weekand. 2014. Disponível em: <<https://www.weekand.com/home-garden/article/possible-causes-fiberglass-pool-cracks-18061597.php>> Acesso em: 14 de maio de 2023.

NAKAMURA, J. **5 cuidados imprescindíveis na construção de piscinas de concreto armado.** 2019. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/5-cuidados-imprescindiveis-na-construcao-de-piscinas-de-concreto-armado/18970>> Acesso em: 05/05/2023

NEVES, A. **Eflorescência: Saiba Tudo Sobre essa Manifestação Patológica.** BLOK. S. 2019. Disponível em: <<https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>> Acesso em 18/05/2023

NOVAES, Isabella M. M; POZNYAKOV, Karolina. **Patologias em Estruturas de Concreto Armado.** Revista Boletim do Gerenciamento - nº 22 (2021).

OLIVEIRA, M. J. et al. **Common Typology, Durability and Pathologies of the Swimming Pools**. University of Algarve, Faro, Portugal, 2019.

OLIVEIRA, P. V. **Deslocamento Cerâmico em revestimento interno no sistema construtivo parede de concreto moldado *in loco***. UFMG, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/42466/1/Monografia%20Patricia%20Vasc oncelos%20de%20Oliveira%20%28vers%C3%A3o%20final%29.pdf>> . Acesso em 08 de maio de 2023.

OLIVEIRA, W. E. A. **Patologia das Construções - Revestimentos Cerâmicos**. UFMG, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-99YJSK/1/monografia_wenderson _ufmg_.2.pdf> . Acesso em: 08 de maio de 2023.

OSINSKI, A. **Common Pool Problems and Solutions**. California. 1990. Disponível em: <<https://www.alisonosinski.com/wp-content/pdf/common%20pool%20problems% 20and%20solutions.pdf>> Acesso em: 11 de maio de 2023.

QUANTUS POOLS. **How to Repair Common Issues With Your In-Ground Pool Liner**. 2022. Disponível em: <<https://www.quantuspools.com/post/how-to-repair-common-issues-with-your-ingrou nd-pool-liner>> Acesso em: 10 de maio de 2023.

QUARTZOLIT. **Deslocamento de revestimento: o que causa e como evitar?** São Paulo. 2022. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/blog/deslocamento-de-revestimento-como-evitar>>. Acesso em 08 e maio de 2023.

RHEEM. **Tipos de Piscina: qual escolher para a minha casa?** 2020. Disponível em: <<https://www.rheem.com.br/>> Acesso em 05 de maio de 2023.

RIBEIRO, D. D.; SANTOS, A. F. C.. **Diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização em piscinas apoiadas sobre o solo e enterradas**. Revista Boletim do Gerenciamento - nº 26 (2021).

RIGHI, G. V. **Estudo do Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções - Análise de Casos** - 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil , Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009

SAHADE, R. F. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/77117212/dissertacao-renato-sahade-recuper acao-de-fissuras>>. Acesso em> 03 de maio de 2023.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª.ed. São Paulo: Pini Ltda, 1998.

THE POOL STAIN REMOVERS. **Calcium on fibreglass pools.** Australia, 2022.

Disponível em:

<<https://www.thepoolstainremovers.com.au/about-stains/calcium-on-fibreglass/#:~:text=Fibreglass%20pools%20often%20pass%20through,which%20all%20age%20the%20surface>> Acesso em: 25 de maio de 2023.

VELDHOVEN, K. **Effects of exposure to water disinfection byproducts in a swimming pool: a metabolome-wide association study.** Environ. 2018

WATANABE, R. M. **PISCINAS, TANQUES e CAIXAS D'ÁGUA.** São Paulo. 2020.

Disponível em:<<http://www.ebanataw.com.br/piscina/abertura.htm>>. Acesso em 08 de maio de 2023.